ADANSONIA

Tome VIII
fasc. 4
1968



MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

ADANSONIA

TRAVAUX PUBLIÉS
AVEC LE CONCOURS
DU CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
SOUS LA DIRECTION DE

A. AUBRÉVILLE
Membre de l'Institut
Professeur

Nouvelle Série

TOME VIII
FASCICULE 4
1968

PARIS
LABORATOIRE DE PHANÉROGAMIE
DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
16, rue de Buffon, Paris (5e)

RECOMMANDATIONS AUX AUTEURS

Les manuscrits doivent être accompagnés de deux résumés, placés en tête d'article, l'un en français, l'autre de préférence en anglais; l'auteur ne doit y être mentionné qu'à la troisième personne. Le texte doit être dactylographié sur une seule face, avec un double interligne et une marge suffisante, sans aucune indication typographique. L'index bibliographique doit être rédigé sur le modèle adopté par la revue.

EX. : AUBRÉVILLE, A. — Contributions à l'étude des Sapotacées de la Guyane française. Adansonia, ser. 2, 7, 4 : 451-465, tab. 1 (1967).

Pour tous les articles de taxinomie il est recommandé aux auteurs de préparer leur index en indiquant les synonymes en *italiques*, les nouveautés en **caractères gras** et les noms d'auteurs des différents taxa.

Le format des planches doit être de 16 × 11 cm après réduction. Les figures dans le texte sont acceptées.

Les auteurs reçoivent gratuitement vingt-cinq tires à part; le supplément qu'ils doivent indiquer s'ils le désirent sera à leurs frais.

Toute correspondance ainsi que les abonnements et les manuscrits doivent être adressés à :

ADANSONIA

16, rue Buffon, Paris Ve — Tél. : 402. 30-35

Prix de l'abonnement **1968** : France et Outre-Mer : **40 F**
Étranger : **50 F**

C.C.P. Paris 17 115 84

SOMMAIRE

Rédacteur Principal
A. Le Thomas

Date de publication du fasc. 3, 1968 : 14 novembre 1968.

La publication d'un article dans Adansonia *n'implique nullement que cette revue approuve ou cautionne les opinions de l'auteur.*

Adansonia, sér. 2, 8 (4) 1968.

LA FLORE ET LA VÉGÉTATION DU PARC NATIONAL DU NIOKOLO-KOBA (SÉNÉGAL)

par J.G. Adam

D'une superficie de 250.000 ha., le parc national du Niokolo-Koba a été institué par le décret du 4 aout 1954 à partir de deux réserves totales de faune classées en 1950 et 1953.

Il est situé dans la région du Sénégal oriental à 600 km de Dakar par la route en suivant l'itinéraire par Mbour, Kaolak, Tambacounda... Il peut être également atteint par la voie ferrée jusqu'à Tambacounda ou par avion de Dakar à Sèmenti mais les vols sont irréguliers.

Le climat qui influence, en premier lieu, la flore est nettement soudanien dans la région du Niokolo-Koba.

La température moyenne annuelle atteint près de 28°.

La moyenne mensuelle ne descend pas à moins de 25° pendant la saison fraîche en décembre-janvier et elle atteint 33° lorsque le vent d'est brûlant souffle en avril-mai.

Lorsque la mousson déverse plus de 1100 mm de pluies, surtout de juillet à octobre, la température s'abaisse un peu.

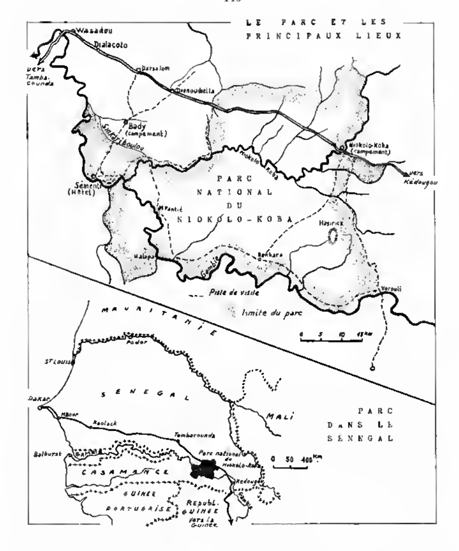
Le déficit de saturation est très élevé à partir de février jusqu'en mai puis il s'abaisse progressivement jusqu'en septembre pour remonter insensiblement jusqu'en février-mars.

Ce climat à deux saisons très tranchées et opposées, une sèche et une humide, provoque dans la végétation deux physionomies aussi différentes que celles qui existent en Europe entre l'hiver défeuillé et l'été verdoyant.

Comme en Europe, l'hiver est la saison du repos de la végétation et l'été celle de sa vie, mais ici c'est la chaleur et la sécheresse qui occasionnent le repos de l'hiver.

La saison sèche (novembre-mai) au Niokolo-Koba est la saison du soleil implacable, du ciel blanc, de l'horizon terne et imprécis, des savanes brûlées par les feux, du sol noirci de cendres, des arbres squelettiques, des tourbillons qui élèvent les poussières très haut dans l'atmosphère, de la fournaise qui se dégage du sol surchauffé. Les animaux s'abritent le jour, la végétation sommeille sous terre.

Cependant la nature se réveille bien avant les pluies. Brusquement, dès avril-mai, les arbres commencent à reverdir, les pousses tendres des herbes pointent hors du sol. Il faut attendre encore les premières



grandes pluies en juillet pour qu'explose véritablement le renouveau de la vie.

Quel contraste entre le paysage desséché par l'harmattan et la marée verte de la mousson! En quelques jours, les cuirasses ferrugineuses, apparemment stériles se couvrent d'un fin gazon et d'une multitude de fleurs. Des milliers de petits bulbes insoupçonnés émettent leurs hampes fragiles à quelques centimètres hors des gravillons. Les sous-bois brûlés, où l'on voyait se profiler les hardes d'antilopes s'émaillent, au niveau du sol, des splendides corolles jaune-vif du *Costus spectabilis* ou mauve

pâle du *Kæmpferia æthiopica.* Les touffes de graminées grandissent, atteignent 2 m de hauteur et empêchent toute visibilité de chaque côté des pistes. Les routes de terre disparaissent sous les herbes, les troupeaux s'évanouissent, les ravins secs deviennent torrents, les gués de pierres sèches sont emportés par les eaux, les Raphiales deviennent bourbiers, les forêts qui étaient sans ombre ont maintenant une voûte où le soleil pénètre avec peine.

Les plaines immenses, noires de cendres, qui bordent la Gambie, limitées à l'horizon par les Rôniers qui frémissaient à travers l'atmosphère surchauffée, disparaissent brusquement sous une jungle qui atteint 4 m de hauteur.

Les mares qui étaient de simples cuvettes craquelées où quelques phacochères venaient encore parfois, triturer le sol de leur robuste boutoir pour y trouver humidité et tubercules sont redevenues étangs.

Tout disparait sous la végétation exubérante.

La mousson c'est à nouveau la vie et la vie c'est le mystère de cette verdoyante transformation.

Si le climat provoque ces brusques changements dans la nature, la topographie et les sols qui en dérivent imposent une flore bien différente suivant leur emplacement et leur structure.

C'est ainsi que des paysages différents défilent le long des pistes. Ils ont un nom et nous allons les décrire rapidement en adoptant une classification topographique et en allant des stations les plus humides vers les plus sèches.

Ce sont : les lits des rivières, les marécages, les berges des rivières et ruisseaux, les vallées et les plaines, les ravins, les pentes et collines, les rochers, les sables alluvionnaires, les bowé (carapaces ferrugineuses).

LES LITS DES RIVIÈRES

Seuls, la Gambie et le Niokolo-koba sont des rivières permanentes. Ce dernier, s'il ne s'assèche pas complètement sur tout son cours est réduit, en fin de saison sèche à un chapelet de dépressions plus ou moins longues et profondes, remplies d'une eau chaude et stagnante.

Une végétation particulière se développe après les crues lorsque les rochers apparaissent et que les limons et les sables se sont déposés.

Incrustés dans les pierres à peine émergées, se dressent de petits arbrisseaux d'environ un mètre de hauteur, aux fleurs rougeâtres et aux fruits comestibles, acides, de teinte orangé. C'est *Rotula aquatica.*

Une Acanthacée, également dressée, vit souvent en petits peuplements sur les émergences dans les rochers entourés d'eau courante. Ses belles fleurs, rose ou lilas la font remarquer de loin : *Hygrophila odora.*

Une Cypéracée est aussi exclusive de ce milieu fluvial. Fixée fermement par ses rhizomes qui s'insèrent dans le lit rocheux, recouverte de limons et de sables, elle résiste pendant 5 à 6 mois à une immersion

complète qui peut atteindre 10 m. C'est *Cyperus baikiei.* Il forme çà et là de véritables gazons fins et verdoyants dans les limons humides.

Toujours dans le lit des rivières, mais sur les dépots limoneux ou sableux exondés, apparaissent des herbes annuelles, éparses ou en petits peuplements gazonnants. On y observe surtout :

Coldenia procumbens, *Corchorus fascicularis*, *Gnaphalium indicum*, *Heliotropium strigosum*, *Lotus arabicus*, *Polycarpon prostratum*, *Polygonum plebeium*, *Rorippa humifusa* (cresson africain), *Stachytarpheta angustifolia*...

Toutes disparaissent dès la montée des eaux et elles se régénèrent à la saison sèche suivante.

LES MARÉCAGES

La plupart des grandes mares et des étangs sont situés dans les lits abandonnés des rivières ou derrière les bourrelets des berges. Çà et là, des dépressions argileuses se remplissent d'eau en saison des pluies et s'assèchent après l'arrêt des précipitations.

Il en est de même des mares temporaires sur bowal qui conservent l'eau pendant plusieurs mois, alimentées parfois par le ruissellement des thalwegs des bowé. Une mince pellicule de terre alluvionnaire noirâtre permet à une végétation herbacée temporaire mais luxuriante de s'installer.

Les étangs de Sementi, Kontadala, Sitendi sont parmi les plus étendus et les plus beaux. Ils sont entourés par une végétation lacustre permanente ou par des savanes herbeuses qui arrivent jusqu'aux bords. Beaucoup d'autres dépressions marécageuses existent le long des petits affluents.

La végétation périphérique de tous ces marécages est très variable suivant la dénivellation de la dépression, son origine, la structure du sol et sous-sol, la durée et la profondeur de l'immersion, son état de dégradation.

Certaines mares sont bordées par de belles forêts sèches où *Piliostigma Thonningii* domine, d'autres par des savanes herbeuses plus ou moins hygrophiles avec souvent une ou deux graminées dominantes pour chacune d'elles. La périphérie peut-être à *Arundinella ecklonii*, *Eriochrysis brachypogon*, *Hemarthria altissima*, *Hyparrhenia amœna*, *Veliveria nigritana*, *Andropogon gayanus* var. *gayanus*... suivant l'humidité et la compacité du sol.

Le centre de la mare peut être en eau libre toute l'année si elle est profonde. Elle peut être recouverte d'une prairie permanente de Cypéracées ou de Graminées hydrophiles, ou des unes et des autres en mélange si elle reste spongieuse en saison sèche.

Parfois le centre est occupé par des fourrés épineux impénétrables de *Mimosa pigra* aux belles fleurs mauves et aux gousses densément recouvertes de poils rêches. Elle peut aussi être constituée par des prairies

de *Vetiveria nigritana* si elle s'assèche rapidement plus ou moins associées avec *Mitragyne stipulosa.* Dans ce cas, ce groupement fait la transition entre le véritable marécage permanent et la vallée limoneuse temporairement inondée.

Nous pouvons placer dans ce paragraphe les marécages presque permanents qui sont situés le long des lits mineurs des divers affluents. Leur flore en végétation toute l'année est riche et variée. Si elle brûle, elle repart aussitôt et fait le régal des herbivores.

Nous y voyons des prairies à *Brachiaria fulva*, les grosses touffes de 3 m de hauteur de *Loudetia phragmitoides*, *Caperonia senegalensis*, *Fuirena*, *Jussiæa*, *Burnatia*, *Limnophyton*, *Floscopa*, *Fuirena*, *Rhynchospora*, *Crinum* aux grandes fleurs blanches striées de violet...

Dans les lieux les plus constamment humides et ombragés, le magnifique *Arum* du Sénégal aux spathes marbrés de vert et de brun : *Cyrtosperma senegalense.*

Dans les eaux permanentes et légèrement courantes : *Eichhornia natans* aux fleurs bleues, *Nymphoides senegalensis* aux pétales blancs ciliés sur les bords, *Ottelia ulvifolia* aux fleurs jaunes, *Potamogeton nodosus* aux épis blancs...

En saison des pluies, l'approche du centre des grandes mares qui longent la Gambie, où séjournent les grands oiseaux aquatiques est souvent rendue difficile par la végétation herbacée qui les entoure.

Ce sont généralement des peuplements d'*Andropogon gayanus* var. *gayanus* (pas toujours) qui dépassent 3 m de hauteur et il faut ouvrir péniblement un sentier dans cette masse végétale pour essayer de progresser dans une étuve humide sans vent, vers l'eau libre que l'on atteint jamais.

Le sol, d'abord ferme devient spongieux, puis l'eau apparait entre les touffes noyées, on avance toujours, l'eau monte au genou et on abandonne malgré l'envie de surprendre toute la gent ailée à la limite de la végétation.

En saison sèche, lorsque l'eau s'est retirée vers le centre, que les chaumes sont grossièrement brulés, que les innombrables antilopes, les buffles, les phacochères se réunissent pour consommer les jeunes pousses vertes ou les rhizomes et les bulbes du sol; il est possible d'admirer... de loin... les oies, les Hérons, les canards et bien d'autres oiseaux qui s'envolent dès que l'on tente d'approcher davantage.

Les grandes graminées aquatiques (*Sacciolepis*, *Echinochloa*, *Setaria*, *Leersia*, *Vetiveria*, *Panicum*, *Acroceras*... sont, en saison sèche, la nourriture de nombreux granivores qui ne trouvent plus, dans les savanes incendiées leur nourriture quotidienne. Il faut noter, autour de ces étangs, l'absence de *Typha* et *Phragmites.*

D'autres mares permanentes, ou presques permanentes sont envahies par des prairies compactes de Cypéracées (*Heleocharis*, *Cyperus*, *Pycreus*, *Mariscus*,...) où il n'est pas agréable de circuler.

Ces eaux chaudes, calmes, stagnantes, peu profondes, sont, en effet, le lieu de prédilection de milliers d'énormes sangsues.





Pl. I. — De gauche à droite : Dépôts alluvionnaires sablonneux : humides en profondeur *(Borassus)*, secs en surface *(Loudetia simplex, Ctenium elegans...)* Ils forment des prairies peu étendues le long du lit majeur de quelques ruisseaux. — Bambousaie : touffe d'*Oxytenanthera abyssinica* ayant fleuri l'année précédente. Les chaumes sont morts et commencent à s'incliner en tous sens. La souche ne repart pas. Des semis assureront la régénération.

Ces étangs peuvent doubler ou tripler leur superficie en saison des pluies lorsque la pente est insensible. En saison sèche, ils sont le point de ralliement de tous les herbivores. Dès le retrait des eaux, les graminées périphériques se dessèchent partiellement, mais suffisamment, malgré une certaine humidité constante du sous-sol, pour pouvoir être brûlées, avec l'aide de l'homme.

Une journée de grand vent est choisie pour favoriser l'action du feu. Les chaumes, encore gorgés d'eau qui se vaporise, éclatent sous la pression. Un crépitement intense, une fumée épaisse, font savoir au loin que le bord de la mare est en feu.

Huit jours après, la nature renait dans les cendres. L'humidité de la terre provoque une repousse active et tout le gibier des alentours se réunit pour participer au festin.

Ici, tout n'est pas consommé par tous, même à ce stade juvénile. Un choix s'opère et les graminées les plus siliceuses sont délaissées *(Pobeguinea, Rhytachne...)* Par contre : *Panicum, Andropogon, Setaria, Sacciolepis...* sont recherchés.

Plus au nord, dans la région sahélienne, les feuilles les plus dures et indigestes ne résistent pas au bétail en saison sèche.

Au Niokolo-Koba, où les animaux domestiques n'existent pas, où la variété végétale est importante, où la quantité, eu d'égard au nombre d'utilisateurs dépasse la demande, le problème de la nourriture, même en saison sèche ne se pose pas et permet aux animaux d'être plus exigeants.

Les marécages sur bowé sont bien différents des précédents. Ils sont de surface réduite, le sol est mince, parfois pelliculaire, toujours très acide, tourbeux. Leur végétation est spéciale.

On y observe souvent *Oryza brachyantha* qui est un riz sauvage, *Bryaspis lupulina* aux grandes bractées poilues encastrées les unes dans les autres, *Adelostigma senegalense* au fin feuillage pennatiséqué.

Des herbes très fragiles : *Burmannia bicolor* et *Genlisea africana* aux fleurs bleues, des *Eriocaulon*, Utriculaires...

A leur périphérie ou sur la totalité, des peuplements très fugaces, puisque dès octobre ils sont desséchés, de *Parahyparrhenia annua* et *Parahyparrhenia Jægeriana.*

LES BERGES DES RIVIÈRES

Une végétation spéciale occupe les berges hautes ou basses des grandes (Gambie) ou moyennes (Niokolo-Koba) rivières.

Elle a le pouvoir de supporter une inondation passagère d'eau courante bien marquée, puis de résister à une sécheresse prolongée là où les berges sont très élevées au dessus de l'étiage (jusqu'à 10 m), ou à une humidité permanente là où elles sont basées (1 à 2 m au dessus de l'étiage).

Si la berge est haute, des espèces sahéliennes très résistantes aux différences d'humidité (inondation-exondation) s'installent : *Acacia*

nilotica nilotica, *Crateva religiosa*, *Diospyros mespiliformis*, *Zizyphus mucronata*...

Ces berges hautes sont rarement très boisées. La végétation est très dégradée (anciennes cultures)? et des plantes herbacées dressées ou volubiles occupent le sol. Les peuplements de *Cassia obtusifolia* sont très fréquents et étendus. Les arbres isolés plient sous les guirlandes de *Luffa ægyptiaca* (éponge végétale) aux splendides fleurs jaunes en saison des pluies et aux longs fruits brunâtres, pendants en saison sèche. *Merremia hederacea* aux petites fleurs jaunes recouvre parfois entièrement les arbustes d'un filet impénétrable.

Si la berge est basse, constamment humide, au moins à faible profondeur, de nombreuses espèces ripicoles typiques pour la région y sont localisées : *Christiana africana*, *Cola laurifolia*, *Croton scarciesii*, *Cynometra Vogelii*, *Diospyros Elliotii*, *Garcinia Livingstonei*, *Hunteria Elliotii*, *Mallotus oppositifolius*, *Pterocarpus santalinoides*, *Salix coluteoides*, *Sesbania sesban*, *Syzygium guineense*, *Symmeria paniculata*, *Zizyphus amphibia*...

Une herbe robuste reste près des rives et même parfois s'isole dans les rochers au milieu du courant aux basses eaux : *Chloris robusta*.

Contrairement à la berge haute, les arbres de la berge basse forment souvent une voûte continue où il est agréable de circuler.

Quoique la station soit toujours la berge et que cette berge supporte toujours l'inondation en saison des pluies, un certain étagement existe entre les espèces végétales.

Salix, *Sesbania et Zizyphus* restent presque toujours en contact avec les plus basses eaux à l'étiage au bord de la rivière et peuvent supporter plusieurs mètres d'eau en période de crues. Ces espèces se retrouvent d'ailleurs au bord du Sénégal en zone sahélienne dans les mêmes conditions.

D'autres espèces semblent bien être exclusivement ripicoles dans toutes les régions où elles existent : *Cola*, *Garcinia*, *Symmeria*.

Quelques-unes préfèrent cette station au Niokolo-Koba mais s'en éloignent dans d'autres pays : *Christiana*, *Croton*, *Cynometra*, *Diospyros*.

Enfin, *Hunteria*, *Mallotus*, *Pterocarpus*, *Syzygium*, ne sont plus ripicoles dans les régions climatiquement humides.

Les galeries forestières peuvent être incluses dans ce paragraphe puisqu'elles longent des rivières ou ruisseaux qui sont parfois temporaires. Elles sont nombreuses dans le Parc. Elles se remarquent de loin en saison sèche, lorsque tout est défeuillé grâce aux cimes vert-sombre qui suivent les méandres des thalwegs. Elles sont appréciées, surtout après avoir parcouru les immenses bowé brûlés par le soleil et les feux. On pénètre alors avec délices dans ces lieux ombragés et relativement frais.

Les arbres qui les composent sont variés, changent d'une galerie à l'autre et diffèrent des essences des savanes environnantes. Certaines galeries sont encaissées, le cours est torrentiel et le lit, lorsqu'il est asséché est rempli de sable et de graviers. D'autres sont larges et peu profondes et prennent alors l'allure de marécages avec *Mitragyne stipulosa* (Bobo)

aux larges feuilles et aux racines boursoufflées au-dessus du sol spongieux ou *Gardenia imperialis* aux fleurs blanches très parfumées.

D'autres, encore, sont envahies par *Raphia sudanica* (Bâ) aux grandes palmes garnies de fines épines et aux énormes grappes pendantes de fruits écailleux à la pulpe orange comestible.

Certains arbres sont majestueux pour la région et atteignent 30 m. C'est le cas de *Khaya senegalensis* (Diala), l'acajou du Sénégal au bois dur et coloré si recherché pour la menuiserie locale. On remarque aussi *Erythrophleum suaveolens* (Tali) dont l'écorce très toxique sert de poison d'épreuve, le *Ceiba pentandra* (Bana) ou Fromager qui fournit un kapok blanc-grisâtre et *Detarium senegalense* aux fruits comestibles riches en vitamines mais dont certaines variétés sont un peu toxiques, *Syzygium guineense* aux fruits comestibles qui a déjà été rencontré sur les rives de la Gambie, *Afzelia africana* (Lìgé) au bois également recherché pour la menuiserie, est fréquent.

La galerie marécageuse a presque toujours, en bordure de la dépression, un arbuste au latex vésicant : *Anthostema senegalense* ainsi que *Alchornea cordifolia* qui, en pays au climat très humide s'éloigne des bas-fonds.

Par contre, les galeries torrentielles sont souvent bordées par *Phœnix reclinata*, palmier très éclectique qui est commun aussi bien dans les fourrés littoraux saumâtres qu'en altitude à 1 300 m au Fouta-Djalon.

Citons encore, exclusif des galeries humides du Niokolo-Koba, l'*Elaeis guineensis* (Palmier à huile) qui est peu commun et ne s'en écarte pas, le climat étant encore trop aride pour lui.

La plus belle galerie forestière est certainement celle qui s'est installée dans un cirque magnifique situé à la rupture du bowal oriental de la colline d'Hasirik. Si l'on suit cette petite vallée très encaissée, bordée de part et d'autre par des bowé qui dominent le lit de plus de 10 m de hauteur, on rencontre, à son premier coude en aval vers le sud une source permanente même au plus fort de la saison sèche. C'est le lieu de rendez-vous du gros gibier et il est prudent d'être bruyant en marchant si l'on ne veut pas avoir un tête-à-tête désagréable : buffles, grandes antilopes, chimpanzés et éléphants en saison des pluies. Les traces de panthères sont nombreuses et les cynocéphales y sont en bandes.

Près de la source on observe *Pandanus senegalensis*, *Ixora radiata* aux belles inflorescences ombelliformes parfumées, *Landolphia dulcis* aux fruits comestibles...

LES VALLÉES ET LES PLAINES

Seules, les vallées et plaines de la Gambie et du Niokolo-Koba méritent ces noms.

Cependant, la multitude d'affluents de ces deux principales rivières coulent parfois dans des terres alluvionnaires déposées par eux et, malgré leur superficie restreinte on peut donner la même appellation aux sols plats et limoneux dans lesquels ils serpentent.





Pl. 2. — De haut en bas : Les berges des rivières : quelques arbres y sont exclusifs et ne s'éloignent pas de ce milieu alternativement inondé et exondé : *Cola laurifolia, Garcinia Livingstonei, Salix coluteoides, Sesbania sesban*... — Carapace ferrugineuse (Bowal) : la plante pionnière caractéristique est *Lepturella aristata* (taches blanches au premier plan); *Danthoniopsis tuberculata* est également exclusif des bowé où il forme des peuplements monospécifiques (deuxième plan); les bowé sont entourés d'arbustes banaux pour la région sauf *Combretum Eleissei* qui semble ne pas s'en éloigner.

La végétation qui les recouvre est variée. La plaine de la Gambie a généralement de grandes savanes herbeuses de 3 à 4 m de hauteur, plus ou moins piquetées de Rôniers. Les plus belles forêts sèches se situent près des berges et les bambousaies les plus vigoureuses sont dans des sols profonds à proximité des galeries forestières dans les vallées.

Nous résumerons successivement : les savanes herbeuses, les forêts sèches, les rôneraies, les bambousaies.

LES SAVANES HERBEUSES

Bénéficiant d'un sol profond, de limons assez fertiles et d'une humidité prolongée, les savanes herbeuses des vallées sont d'une grande vigueur. Les inflorescences atteignent 4 m de hauteur.

Elles sont presque exclusivement constituées par *Andropogon gayanus* var. *gayanus*. Les plus étendues sont le long de la Gambie et occupent la périphérie des mares et peuvent même en faire partie partiellement.

D'autres savanes herbeuses sont à base de *Panicum anabaptistum* ou de *Vetiveria nigritana*. Comme les précédentes elles entourent les dépressions plus ou moins marécageuses.

Toutes supportent l'inondation puis une longue période de sécheresse.

LES FORÊTS SÈCHES

Avant l'intervention de l'homme, elles devaient recouvrir la presque totalité du Parc mais les anciens défrichements les ont détruites. Les feux, avec la pauvreté des sols quartzeux ou ferrugineux hors des vallées en interdisent la réinstallation.

Dans les plaines, où le sol est plus profond et plus riche, les forêts ont pu lutter victorieusement contre les incendies et elles se sont reconstituées rapidement là où les souches étaient nombreuses et vivantes.

Le secteur Ouest du Parc, moins accidenté que la partie Est, est plus favorisé. On observe de beaux vestiges de forêts sèches le long du Niokolo-Koba en aval du campement; près de la Gambie au gué de Mpantié; entre l'entrée du Parc et Sementi...

Il n'y a pas de savanes arbustives pyro-climaciques dans les vallées. Lorsque la forêt a été détruite avec les souches, elle fait place à la savane herbeuse.

Celle-ci est si vigoureuse qu'elle interdit l'installation d'une végétation ligneuse nouvelle et les feux sont si violents qu'aucun jeune sujet qui aurait des velléités de se développer ne peut survivre.

Par contre lorsque la forêt sèche avec des cimes presque jointives a persisté, les feux moins nocifs ne parviennent pas à faire dépérir les arbres et même, de jeunes plants se développent sous leur ombre et assurent la pérennité du boisement.

Cette forêt sèche a en moyenne 13 à 15 m de hauteur. Elle est constituée par de nombreuses espèces typiquement soudaniennes. *Piliostigma*

Thonningii et *Pterocarpus erinaceus* sont particulièrement abondants et peuvent former des peuplements presque purs.

On y rencontre aussi communément : *Afrormosia laxiflora*, *Bombax costatum*, *Burkea africana*, *Cola cordifolia*, *Cordyla africana*, *Erythrophleum suaveolens*, *Ficus glumosa*, *Ficus gnaphalocarpa*, *Ficus ingens*, *Ostryoderris stuhlmannii*, *Prosopis africana*, *Sterculia setigera*, *Terminalia laxiflora*... Dans les sols compacts, *Anogeissus leiocarpus* est assez commun.

Le sous-bois a peu d'arbustes mais les herbes sont variées : *Andropogon pinguipes*, *Andropogon tectorum*, *Hyparrhenia archaelymandra*, *Schizachyrium semiberbe* de 2,50 m et *Shizachyrium brevifolium* dans la strate herbacée inférieure de 0,50 m. *Pennisetum subangustum* est très commun.

LES RONERAIES

Les hautes colonnes des stipes renflés et annelés terminées par des touffes de grandes feuilles bleutées, en éventail, donnent un charme certain au paysage partout où ce palmier apparaît.

Il est surtout localisé sur les berges et dans les vallées des grandes rivières là où le sol est profond et humide, même inondé en saison des pluies. Sa vitalité est telle qu'il peut même s'incruster dans les fissures des carapaces latéritiques et c'est ainsi que l'on peut en voir quelques individus sur le bowal près du terrain d'aviation du Niokolo-Koba route de Kédougou.

Arbre précieux pour l'homme, décimé par lui pour son profit, les beaux peuplements deviennent rares et il est heureux que quelques-uns d'entre eux soient situés dans le Parc.

Les animaux sont friands des fruits. Des singes aux éléphants, ces derniers n'hésitant pas, en saison des pluies à basculer les stipes pour consommer plus aisément la pulpe et le bourgeon terminal.

LES BAMBOUSAIES

Comme le nom l'indique, cette formation est principalement composée de bambous, nom communément donné à de grandes graminées aux chaumes ligneux qui forment des touffes de 40, 50 tiges et même plus pouvant atteindre dans le Parc 13 m de hauteur. Le nom scientifique n'est pas *Bambusa*, qui s'adresse à un Bambou d'Asie, dont une espèce : *Bambusa vulgaris*, a été introduite en Afrique, mais *Oxylenanthera abyssinica*.

La biologie de cette plante est très curieuse. Elle fleurit environ tous les sept ans, fructifie puis meurt.

C'est ainsi que l'on peut observer, au cours des années, toute l'évolution des Bambousaies dans le Parc.

On verra successivement de splendides peuplements denses qui

étouffent les arbres des savanes arborées et éliminent toute la végétation herbacée dans le sous-bois.

Puis, une année, les chaumes se garniront d'une multitude de boules de 5 à 7 cm de diamètre, hérissées de piquants. Ce sont les inflorescences et infrutescences. L'année suivante les chaumes seront morts, ils s'inclineront en tous sens et la bambousaie aura vécu. Des vestiges pourront se remarquer encore pendant un ou deux ans avant de pourrir complètement et de disparaître.

Repassant au même lieu, le voyageur ne se souviendra vraisemblablement pas que deux ou trois ans auparavant il circulait dans un magnifique peuplement qui cachait complètement les arbres de la forêt. La bambousaie a fait place à une savane boisée banale sans bambous avec une végétation abondante qui atteint 2 m de hauteur dans le sous-bois.

Pourtant, s'il observe attentivement, il apercevra dans les herbes, les chaumes grêles, déjà lignifiés, difficilement discernables, des jeunes bambous et peu à peu la bambousaie se reconstituera. Quelques années après, elle aura, à nouveau, envahi et éliminé le sous-bois herbacé.

Cette fructification se produit une année pour toute une région, mais çà et là, quelques individus ou groupes d'individus sont épargnés. La floraison de 1958, par exemple, s'est étendue depuis Tambacounda jusqu'aux environs de la limite de la région de Kédougou. Dans ce secteur, les bambous des savanes boisées étaient morts mais ceux des dépressions argilo-humides prés des galeries n'avaient pas encore fleuri et conservaient toute leur vigueur.

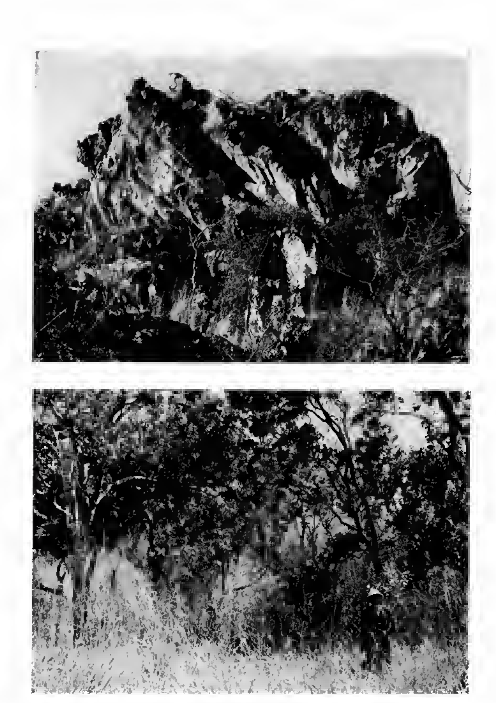
La région de Kédougou jusqu'à la frontière de la Guinée n'était pas encore atteinte par la floraison mortelle.

Les bambousaies donnent au parc un charme un peu mystérieux et oppressant rappelant la jungle de l'Asie. Les lions y séjournent volontiers. Ils y circulent sans bruit et leur pelage se confond avec la teinte rousse des feuilles et des chaumes sous le soleil. Il est prudent de ne pas s'aventurer seul dans la bambousaie et de faire connaître bruyamment sa présence.

Les bambousaies ne sont pas localisées aux vallées et aux plaines. Si nous les avons placées dans ce paragraphe c'est parce qu'elles y sont plus vigoureuses qu'ailleurs. Elles peuvent être partout. Sur les pentes douces ou les versants abrupts des collines, dans les rochers et les rebords fracturés des carapaces ferrugineuses, à la limite des bowé; là où la semence est tombée en abondance le bambou s'installe.

C'est une plante précieuse pour l'homme. Koniagis et Basaris sont experts dans la préparation des « cringtings », sortes de claies ou panneaux aux multiples usages, notamment pour la confection des cases et des clôtures. Un gros courant commercial se fait en direction de Dakar.

Le bambou disparaît après les cultures puisqu'il ne peut se régénérer. C'est ainsi qu'il n'existe plus dans une grande partie du Sénégal, surtout entre Dakar et la frontière de la Gambie, où, il y a cinquante ans, il formait, dans les forêts sèches de splendides peuplements. Les cultures d'arachides ont pris leur place.



Pl. 3. — De haut en bas : Les *rochers* : les grès blancs siliceux sont localisés dans la région de Banharé; quelques plantes y sont exclusives pour la région : *Euphorbia sudanica* (Euphorbe candélabre), *Monechma ndellense*, *Tephrosia sylviæ*... — Collines : elles sont recouvertes de savanes diverses. Ici, savane arborée avec *Sterculia setigera*, *Afrormosia laxiflora*, *Erythrophleum africanum*, *Burkea africana*..., tapis herbacé avec *Andropogon tectorum*, *Schizachyrium semiberbe*, *Cymbopogon giganteus*...

LES RAVINS

Ils sont surtout formés par l'érosion remontante qui entaille peu à peu la carapace ferrugineuse.

Ils forment les cours supérieurs des nombreux diverticules qui alimentent temporairement les rivières du parc en saison des pluies. La partie haute du ravin représente le bord plus ou moins démantelé de la carapace et de nombreux petits arbres et arbustes y incrustent leurs racines.

Ce qui fait l'originalité de la végétation des ravins c'est l'abondance des lianes ou arbustes lianescents qui s'y concentrent. C'est ainsi que l'on rencontre notamment : *Baissea multiflora* à l'abondante floraison blanc-rosé en saison sèche, *Canthium venosum* aux inflorescences localisées dans l'axe des feuilles opposées, divers *Combretum*, tous sarmenteux : *Combretum aculeatum* aux fleurs blanches et aux fruits à 6 ailes, *C. Lecardii* aux splendides épis de fleurs rouge-vif en saison sèche lorsque l'arbuste est défeuillé, *C. micranthum*, le « kinkéliba » des Ouolofs qui fournit une tisane renommée, *C. paniculatum* aux fleurs également rouge-vif en grandes panicules d'épis, *C. racemosum* aux fleurs rouges et bractées blanches, *C. Smeathmannii* aux fleurs blanches, *C. tomentosum* aux épis beige... *Dalbergia rufa* et *Dalbergia saxatilis* aux grappes blanches, *Landolphia dulcis* aux fruits orangés comestibles, *Nauclea latifolia* aux grosses inflorescences blanches sphériques et aux fruits charnus orangés à pulpe rose comestible, *Opilia celtidifolia* à petits fruits bronzés ovoïdes, *Saba senegalensis* aux corymbes blancs très parfumés, *Strophanthus sarmentosus* à l'abondante floraison multicolore et aux gros follicules ligneux en forme de cigares divergeants, *Uvaria chamæ* aux feuilles à parfum poivré lorsqu'on les froisse, et bien d'autres encore.

Il est difficile d'expliquer la présence d'une telle abondance de lianes. Peut-être se remarquent-elles tout simplement plus aisément ici qu'ailleurs. Pourtant, les enchevêtrements de tiges qui occupent les ravins n'existent pas aussi densément dans les forêts de la région.

Il est également possible que les lianes ne trouvant pas d'appuis élevés pour s'élancer sur les cimes, se tordent et se divisent en donnant l'impression d'être plus nombreuses ici que dans les forêts où la division se fait au niveau de la frondaison.

LES PENTES ET LES COLLINES

Dès qu'une pente existe, l'érosion enlève la couche superficielle du sol. Les grès divers, les quartzites, schistes, roches granitoïdes apparaissent et la végétation devient plus pauvre et plus rachitique. C'est le domaine des savanes arbustives de 3 à 4 m de hauteur, parfois arborées avec des arbres espacés plus élevés, de 8 à 10 m. Les herbes ont 2 m en moyenne mais souvent moins.

Des savanes arbustives existent aussi dans des sols plats lorsqu'ils

ont tendance à se bowaliser ou lorsqu'ils sont formés d'argiles gorgées d'eau en saison des pluies et desséchées le reste de l'année pendant plus de six mois. Ce milieu n'est pas favorable à une végétation vigoureuse. On y observe notamment des *Gardenia* épars et des prairies permanentes constituées presque exclusivement par des touffes de *Pobeguinea arrecta* situées sur de petites buttes. *Terminalia laxiflora* et *Acacia seyal* y sont particulièrement abondants.

Les savanes arbustives des pentes et collines couvrent la plus grande superficie du Parc. Elles ont de nombreuses espèces typiquement soudaniennes comme les forêts sèches. Les *Combretum* y sont communs : *C. glutinosum*, *C. geitonophyllum*, *C. crotonoides*, *C. nigricans*.

Des petits arbres qui généralement restent sous forme arbustive en ne dépassant pas 5 m sont épars : *Erythrina senegalensis* à la splendide floraison rouge-corail en saison sèche lorsque l'arbre est défeuillé; *Lannea acida*, *L. microcarpa*, *L. velutina* aux fruits comestibles; *Crossopteryx febrifuga* aux ombelles de fleurs blanches très parfumées; *Hymenocardia acida* aux fruits ailées et aux branches rougeâtres; *Entada africana* et *E. sudanica* aux grandes gousses plates et larges, pendantes qui persistent sur les arbustes toute la saison sèche pendant la défeuillaison, ce dernier ayant des excroissances hémisphériques sur les gousses formées d'articles, à l'emplacement des graines; *Strychnos spinosa* aux fruits ligneux, durs, sphériques, ressemblant à des oranges dont la pulpe est comestible; *Pseudocedrela Kotschyi* aux folioles irrégulièrement dentées; *Stereospermum Kunthianum* à la magnifique floraison mauve pâle ou rosée et aux longues gousses filiformes, tordues et pendantes; *Lonchocarpus laxiflorus* aux grappes de fleurs violettes lorsque l'arbre est défeuillé; *Securidaca longepedunculata* qui se couvre entièrement de fleurs également violettes avant la saison des pluies; *Gardenia ternifolia*, *G. triacantha*, *G. erubescens*, tous aux merveilleuses fleurs blanches, au parfum pénétrant qui embaume toute la région lorsqu'elles s'épanouissent. Il est curieux de constater que l'essence de *Gardenia* du commerce est une essence synthétique et que, nulle part, cet arbre n'est utilisé pour l'extraction de ce parfum.

Des plantes suffrutescentes recherchent les lieux les plus pauvres et rocailleux : *Lippia Chevalieri*, producteur possible de camphre; *Rhinopterys Kerstingii* aux grandes fleurs jaune d'or; *Eriosema Afzelii* aux gousses en gros épis duveteux...

Les savanes arbustives sont surtout le domaine des graminées. Elles sont très variées et, contrairement à celles des bowé qui sont grégaires, elles sont toutes plus ou moins mélangées et ne forment pas de peuplements monospécifiques. Les plus communes et les plus grandes sont : *Andropogon pseudapricus*, *Cymbopogon giganteus*, *Diectomis fastigiata*, *Hyparrhenia dissoluta* et *H. diplandra*, *Rottboellia exaltata*, *Schizachyrium semiberbe*...

D'autres, plus modestes se contentent de la strate inférieure : *Brachiaria distichophylla*, *Digitaria longiflora*, *Panicum tambacoundense*, *Schizachyrium brevifolium*, *Setaria pallidifusca; Imperata cylindrica*, avec ses épis soyeux argentés peut former des petits peuplements plus ou moins monospécifiques.

De nombreuses autres familles sont représentées dans la strate graminéenne.

Les Convolvulacées ont plusieurs espèces d'*Ipomoea* : *I. argentaurata* aux fleurs blanches et cœurs violets, *I. Barteri* aux fleurs blanches, *I. blepharophylla* aux fleurs mauves, *I. nil* aux fleurs bleu ciel, *I. ochracea* aux fleurs jaunes, *I. asarifolia*, *I. eriocarpa*, *I. velutipes* aux fleurs blanches ou mauves.

Les Astéracées sont nombreuses : *Coreopsis boriniana* est l'une des plus ornementales avec ses grands capitules jaune d'or qui émaillent souvent les savanes monotones en saison des pluies. *Dicoma sessiliflora* est curieuse avec ses longues bractées piquantes. *Vernonia nigritana* en petites touffes compactes attire le regard grâce à ses pétales rouge-sang récurvés.

Les *Vigna* aux fleurs bleues ou jaunes s'enroulent autour des chaumes.

Çà et là *Striga macrantha* aux courts épis dressés à l'extrémité d'une tige raide et rugueuse frappe par la pureté de ses fleurs blanches.

Ces pauvres savanes commencent à revivre dès le mois de mai après le passage des feux. Les arbustes se couvrent d'un jeune feuillage vert-vif qui étonne agréablement dans le paysage desséché. Puis, en juin-juillet, une multitude de plantes à bulbes et à rhizomes, insoupçonnées, fleurissent brusquement. Les fleurs jaune-d'or de *Cochlospermum tinctorium* s'épanouissent au niveau du sol; les hampes florales dressées d'*Urginea altissima* se garnissent de nombreuses petites fleurs blanches et surtout, les splendides boules de feu d'*Hæmanthus multiflorus* aux mille fleurs rouges surprennent par leur beauté au milieu de la nature déshéritée. Les *Cissus* variés, dressés ou sarmenteux poussent entre les touffes des graminées qui prennent de l'ampleur plus tardivement.

Les pluies s'installent et presque toute cette floraison précoce s'éteint.

En août, les feuilles des graminées continuent à se développer et recouvrent entièrement le sol étouffant cette première végétation précoce.

En septembre et surtout en octobre, les pluies s'espacent et c'est une débauche de petites fleurs dans toute la savane, disséminées dans la verdure des hampes graminéennes. Fleurs blanches des *Aspilia helianthoides*, *Alylosia scarabaeoides*, *Teramnus andongensis*, *Rhynchosia pycnostachya*. Fleurs jaunes des *Vigna luteola*, *V. ambacensis*, *Dolichos stenophyllus*. Fleurs mauves ou bleues des *Vigna reticulata*, *V. venulosa*, *V. gracilis*, *V. racemosa*. Fleurs roses du *Phaseolus adenanthus*. Fleurs rouges du *Gloriosa simplex*, *Indigofera paniculata*. La famille des Fabacées (Papilionacées) est très bien représentée avec plusieurs *Indigofera*, *Tephrosia*, *Vigna*, *Crotalaria*.

Les pluies s'arrêtent, tout sèche et le cycle recommence.

Des pentes assez fortes de l'ordre de 30 à 50° se situent sur les versants de quelques collines. La plus élevée est le Mont Hasirik dont le petit plateau sommital ne dépasse pas 300 m d'altitude. Ces pentes sont généralement recouvertes également de savanes arbustives, ou parfois, plus rarement, de savanes arborées là où la végétation est plus dense.

Aux arbustes et petits arbres précédents peuvent s'ajouter *Lophira*

lanceolata aux graines oléagineuses, de rares *Vitellaria paradoxa*, le Karité des Soudanais, bien connu pour la pulpe de son fruit dont on extrait un beurre alimentaire et industriel. Ces deux arbres peuvent facilement se confondre ayant tous deux des feuilles allongées, arrondies au sommet, avec de nombreuses et fines nervures latérales. Les feuilles du *Lophira* sont subsessiles alors que celles du *Vitellaria* sont longuement pétiolées. De plus, le *Lophira* n'a pas de latex alors que le *Vitellaria* en contient en abondance.

Parkia biglobosa, aux grosses inflorescences sphériques pendantes rouge foncé et aux gousses contenant une pulpe farineuse alimentaire, est épars. D'autres arbres des forêts sèches persistent dans ces savanes : *Burkea africana*, *Prosopis africana*, *Erythrophleum suaveolens*...

Le plateau du Mont Hasirik, point culminant du parc est un petit bowal ferrugineux avec des concentrations de bauxite. La prairie centrale est entourée d'arbustes et de petits arbres sur le rebord des pentes.

C'est un lieu agréable, relativement aéré, d'où la vue s'étend à l'infini sur les immenses savanes du parc et du Sénégal qui disparaissent dans l'horizon brumeux.

LES ROCHERS

Il y a peu de stations vraiment rocheuses dans le parc, mises à part les formations ferrugineuses (Bowé), quelques pointements de roches granitoïdes, schisteuses et quartzitiques qui n'influent pas sur la flore.

Il faut cependant mentionner l'affleurement de grès-blancs siliceux primaires qui est isolé dans des schistes falémiens du précambrien dans la région de Banharé. Il frappe par la blancheur de sa roche et les dimensions des blocs qui surgissent brusquement, éblouissants sous le ciel bleu et rompant la monotonie de la plaine. C'est un paysage curieux et il est assez impressionnant d'y circuler seul entre les éboulis ou sur les dalles nues.

Une végétation spéciale s'est installée. On y observe *Euphorbia sudanica* en forme de candélabres, feuillé seulement en saison des pluies, *Indigofera sp.*, *Tephrosia sylviæ*, *Monechma ndellense*, tous liés à ces grès. Comme arbustes particuliers *Combretum niorœnse*, *Gardenia sokotensis*... *Gilletiodendron glandulosum*, jusqu'ici endémique des grès similaires de Kita (Mali), ne semble pas exister au Niokolo-Koba dans les stations identiques comme celles de Banharé. *Guibourtia copallifera*, également très abondant dans les grès Maliens, n'existe pas ici.

On s'attend à tous moments à voir surgir une famille de lions ou les cynocéphales dans ce cadre sauvage et pétrifié qui leur convient. Des profondes crevasses, les cavités sombres sous les surplombs sont des refuges pour la faune nocturne qui laisse partout ses traces peu odorantes : hyènes, chacals, civettes, panthères et damans dans les anfractuosités impénétrables.

LES SABLES ALLUVIONNAIRES

Hors des lits mineurs des rivières, on peut rencontrer des sables fins alluvionnaires anciens près des berges ou lit majeur de quelques vallées. Ils sont peu étendus. Ils se remarquent aisément par leur végétation psamophile avec *Parinari macrophylla* (Dâga) dont la pulpe des fruits est comestible; *Aphania senegalensis* ou cerisier du Cayor à la pulpe également comestible mais aux graines toxiques; *Maytenus senegalensis*, arbuste généralement épineux et des herbes qui croissent surtout dans les sables : *Ctenium elegans*, *Loudetia annua*, *Perotis indica*...

LES BOWÉ

Ce terme peul (bowal au singulier) maintenant passé dans le langage ouest-africain s'applique aux étendues de sols durs, rougeâtres, parsemés de blocs ou couverts de gravillons de la même origine.

Ces sols durcis, à forte concentration en fer qui a recimenté les éléments dont ils sont constitués, se présentent sous forme d'une pierre plus ou moins tendre, granulo-caverneuse ou compacte.

Ils sont inaptes à toute végétation vigoureuse du fait que les racines ne peuvent pas y pénétrer s'ils ne sont pas fissurés. Cependant, dans les anfractuosités, elles parviennent à s'insérer et çà et là, des arbustes rachitiques, qui pourraient devenir de beaux arbres dans un milieu meilleur, végètent difficilement dans un tapis herbacé à l'enracinement superficiel.

De grands espaces peuvent être complètement stériles, mais le plus souvent, une petite Graminée pionnière, trés fugace, puisqu'elle est déjà sèche début octobre, si les pluies se sont arrêtées pendant quelques jours, couvre les parties les plus dures si elles ne sont pas bombées. Elle peut ne pas dépasser 1 cm de hauteur et forme cependant des gazons ou vit isolément sur les parties les plus deshéritées. Il s'agit de *Lepturella aristata*.

Des bowé qui semblent également complètement stériles pendant toute la saison sèche se couvrent dès juillet d'un véritable tapis de *Dipcadi* aff. *lacazzeanum*. Les petits oignons de cette plante sont par milliers serrés les uns contre les autres dans la couche superficielle des 2 ou 3 cm de gravillons mal cimentés par un joint argileux.

En général, le bowal est recouvert, en saison des pluies, par de grandes superficies de graminées grégaires qui atteignent de 50 à 100 cm, parfois 150 cm au plus. La plus exclusive est *Danthoniopsis tuberculata*. En août-septembre, au moment de la floraison, les gracieuses inflorescences garnies de longs poils soyeux et denses se couvrent d'une multitude de gouttelettes dans la bruine et les brouillards. Elles scintillent ensuite sous le soleil et, de loin, une véritable prairie neigeuse et argentée fait reconnaître les peuplements.

Andropogon pseudapricus s'adapte bien à ce rude milieu mais il n'a pas la vigueur des prairies monospécifiques qui s'établissent, par

exemple, dans les jachéres après les arachides au sud de Kaolack. Curieusement, sur les bowé, il perd un racème sur les deux qu'il possède normalement.

Le bowal est agréable en juillet-septembre, parce que sa végétation verdoyante ne dépasse pas et n'étouffe pas l'homme. La vue des alentours n'est pas cachée comme elle l'est dans la savane par l'exubérante végétation.

En septembre, il jaunit déjà; dés octobre il peut brûler et pendant plus de six mois il semblera abiotique, parsemé de gros cailloux retournés et changés constamment de place par les cynocéphales qui recherchent larves et insectes sous leur ombre pour les consommer.

Certains bowé sont réguliérement occupés par des centaines de termitiéres en forme de champignons. Elles n'apparaissent qu'après les feux étant dissimulées par la prairie en saison des pluies.

En mai, les touffes d'herbes, calcinées, font déjà apparaître leurs fines pousses vertes. Les hardes d'antilopes viennent, attirées par ce renouveau alimentaire.

Tous les arbustes qui végètent sur le bowal se retrouvent ailleurs, sauf, peut-être *Combretum Elessei*. *Bombax costatum* (Kapokier) peut y fleurir lorsqu'il atteint 1,50 m. Les *Lannea*, le *Parkia biglobosa* aux fruits à pulpe farineuse sucrée comestible restent nains. Tous les arbres soudaniens peuvent s'y rencontrer, toujours chétifs mais résistants. Les *Combretum* sont particuliérement nombreux en lisière des bowé et dans les îlots arbustifs isolés au milieu d'eux.

Quelques espèces y semblent exclusives : *Danthoniopsis tuberculata* (déjà cité), *Cyathula Pobeguini*, aux courts épis cylindriques gris pelucheux, *Lepidagathis capituliformis* si curieux par ses inflorescences grisâtres contractées et ses rameaux garnis de feuilles aciculées...

Nous n'avons pas parcouru à la saison favorable, en octobre, tous les bowé du parc. Il est probable que le genre *Monium* et ses satellites, le *Lepidagathis fimbriata* aux infrutescences laineuses, grisâtres, échevelées, qui occupent communément les bowé guinéens du Fouta-Djalon à la côte, sont également présents au Niokolo-koba. Ils n'y ont pas encore été observés.

Parfois, quelques Baobabs *(Adansonia digitata)* ont réussi à s'implanter en limite du bowal. Ils y sont accidentels et ne semblent pas être vraiment originaires de la région. Il est vraisemblable que la présence de calcaire en abondance dans le sol facilite leur expansion.

*
* *

Ce rapide aperçu de la végétation du Parc du Niokolo-Koba ne permet pas de bien mettre en évidence la variété de la flore. Il est probable que plus de 1500 espèces y sont présentes.

Quoique en pleine région soudanienne et, malgré un relief très peu accentué, le parc posséde quelques espéces Foutaniennes.

Il a des espèces sahéliennes sur les hautes berges limoneuses rappelant

écologiquement celles du Sénégal vers Podor. Il y en a également dans les sables alluvionnaires grossiers et dans des argiles sèches.

A l'opposé, il possède, dans les galeries humides, des espèces guinéennes qui viennent s'y réfugier.

L'inventaire est actuellement avancé, mais il n'est pas encore terminé. Il est souhaitable qu'il soit rapidement complété afin de connaître la richesse d'une flore dont dépend la richesse de la faune comme cela a été fait pour les parcs nationaux de l'Est et du Centre de l'Afrique.

Adansonia, ser. 2, 8 (4) 1968.

SUR LA PRÉSENCE D'UN *BREXIA SAXIFRAGACEAE* SENSU LATO DANS LA SAVANE ARBORÉE SÈCHE DU PLATEAU DE L'HOROMBÉ (MADAGASCAR)

par Jean-François Leroy

Le *Brexia madagascariensis* est l'espèce type du genre, un petit arbre pouvant atteindre une dizaine de mètres, à feuilles coriaces de forme extrêmement variable, entières ou dentées — épineuses, à fruits secs et durs, contenant de nombreuses graines; il vit dans les zones littorales de la région malgache où il est assez abondant : côtes orientales de Madagascar et d'Afrique tropicale, Comores, Seychelles.

Décrit en 1793, par Lamarck, sous le nom de *Venana*, le genre *Brexia* (*Brexia* Noronha ex Thouars) compte actuellement 9 espèces assez peu différenciées : 7 endémiques de la Grande Ile, 1 endémique des Seychelles, 1 endémique de la région malgache au sens large *(B. madagascariensis)*. C'est un genre géographiquement et taxonomiquement isolé dont on a fait le type d'une famille spéciale, les *Brexiaceæ* (Lindley), mais que, de toute façon, les auteurs sont d'accord pour ranger dans le cadre des *Saxifragaceæ sensu lato*. Dans un sens plus restrictif Hutchinson le considère comme un élément des *Escalloniaceæ* (sous-famille des *Saxifragaceæ* élevée au rang de famille). Nous nous proposons dans la note présente de souligner l'importance biologique des *Brexia* et d'apporter quelques données nouvelles sur leur différenciation taxonomique dans le domaine central de Madagascar.

Nos connaissances sur ces plantes ont été acquises principalement grâce aux travaux de Tulasne et surtout à ceux de Perrier de la Bathie. En 1857, Tulasne fit connaître deux espèces, portant ainsi le nombre total à trois : *B. microcarpa*, espèce (simple forme peut-être) des Seychelles qui ne différerait que très légèrement du type; *B. cauliflora*, de l'île de Nossy Bè.

Cette dernière espèce, décrite d'après une récolte de Boivin (1847-1852) dans la forêt de Lokobè, « un peu au-dessous de la crête », et qui n'a jamais été retrouvée depuis, présente des caractères originaux fort importants, qui tiennent au mode de floraison (cauliflorie) et à la structure des fruits (fruits charnus). Très différent, le *Brexia madagascariensis* se distingue par des fruits plus ou moins secs et sublignеux et par des inflorescences axillaires. Sous l'angle écologique, non moins fondamental, le *B. madagascariensis* est une espèce littorale et héliophile; le *B. cauliflora* une espèce de forêt dense ombrophile.

Perrier de la Bathie (1933, 1942) est parti de ces données morphologiques et écologiques relatives aux *Brexia* pour tenter la formulation d'une hypothèse sur la spéciation. En fait sa contribution a porté à la fois sur le plan de la connaissance analytique des faits et sur celui de leur interprétation théorique. En décrivant 6 espèces nouvelles, et par cela même en mettant à jour des documents nouveaux d'ordres biologique, géographique et écologique, il a été amené à proposer une vue générale qui nous paraît devoir être reprise. Nous pensons avec Perrier que l'évolution dans ses rapports avec les migrations à longue distance passerait, dans nombre de cas, par une phase d'étranglement au niveau de l'espèce littorale. Cette évolution faite d'expansion puis de constriction est une sorte d'*évolution nodale* : lorsque à la faveur de variations adaptives profondes l'espèce ombrophile se répand, elle gagne les milieux les plus divers. Elle est par elle-même strictement enchaînée à son milieu : les *Brexia* ombrophiles n'ont aucun pouvoir de dispersion. Le *Brexia* littoral, lui, né d'eux et produisant des fruits durs, à graines conservant longtemps leur pouvoir germinatif, se prête parfaitement aux transports océaniens.

Les faits sont ici d'une très grande valeur probatoire : le *B. madagascariensis* est une espèce littorale, originaire de la Grande Ile, dont l'aire s'est étendue jusqu'aux rivages des îles voisines et de l'Afrique, à la suite de transports par le moyen du grand courant océanien équatorial. S'il est vrai qu'une espèce vicariante existe aux Seychelles, elle s'explique comme résultant d'une différenciation et marquant le premier pas d'une expansion, à la fois biologique et aréologique, lequel n'a point encore été observé en Afrique. La localisation du genre sur une aire limitée du globe, la pluralité des espèces ombrophiles sans moyens de dissémination que l'on trouve dans cette aire, l'absence d'une pluralité spécifique sur les confins de celle-ci (aux Comores et en Afrique), doivent être interprétées comme des faits à l'appui du sens de la différenciation : sens centrifuge à partir de la forêt ombrophile malgache. L'analyse géographico-taxonomique conduit, pensons-nous, à considérer le *B. madagascariensis* comme une espèce *nodale*.

La plante que nous décrivons ci-dessous, *Brexia horombensis*, a ceci de remarquable qu'elle croît dans la savane arborée sèche du domaine du Centre. C'est un petit arbre que nous avons trouvé dans des bosquets vestigiaux dans le milieu même où poussent deux espèces de *Coffea* à feuilles persistantes des forêts sèches ou semi-sèches du Centre et du Centre-Ouest : *C. Perrieri*, *C. sakarahæ*. Nous avons récolté à côté de ces plantes une Combrétacée (*Calopyxis grandidieri* (Ben. et Drake) Perrier, des Acanthacées (*Barleria her* Ben., *Ruellia delonsa* Ben.) toutes espèces des fourrés arides du Sud de Madagascar dont la présence renseigne à coup sûr quant aux conditions de milieu. Le *Brexia horombensis* est une espèce héliophile et xérophile dont nous ne connaissons pas encore les capacités de reproduction et de régénération, mais que l'on peut considérer comme une espèce homologue du *B. madagascariensis*, issue de celui-ci ou, comme celui-ci, d'ancêtres ombrophiles, mais marchant vers la colonisation des régions arides. Taxonomiquement, elle se situe d'ailleurs

à côté du *B. madagascariensis*, tout à côté aussi des deux autres espèces du même groupe : *B. montana* Perrier, *B. Humberti* Perrier, espèces des bois des pentes occidentales du domaine central, adaptées à une certaine sécheresse et peu différentes l'une de l'autre, dont voici la distribution :



Fig. 1. — Savane arborée près d'Ihosy (Madagascar), site du *Brexia horombensis* (le 21 oct. 1966, dans l'après-midi).

B. montana :

— Vers 1500 m d'alt., Manankazo, au N.-E. d'Ankazobe, *Perrier 6002*, nov. 1913; *idem, Bosser 8532*, oct. 1955; *8599*, nov. 1955; Tampoketsa entre l'Ikopa et la Betsiboka, vers 1600 m d'alt., *Perrier 16.744*, déc. 1924; *idem, Humbert 4481*, 8-9 juillet 1928.

B. Humberti :

Forêts sclérophylles entre 100 et 900 m d'alt. dans les montagnes du S. de l'île, nom vern : *voamana*.

— Est (Sud) : Environs de Fort-Dauphin, forêt de Manantantely, *Humbert 5798*.

— Centre (Sud) : bassin de réception de la Mananara, affluent du Mandrare, et au S. d'Imoty, *Humbert 14.094*.

Brexia horombensis Leroy, *sp. nov.*

Arbor parva. Folia coriacea glabra, superiora obtusa, basin versus acute attenuata, oblonga v. subelliptica v. oblanceolata, 5-9 cm longa, 1,5-2 cm lata integra v. subdentata, plus minus ad marginem undulata;

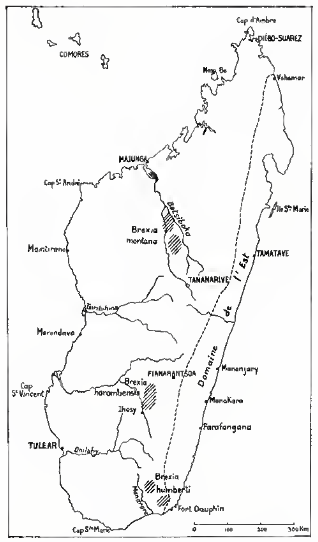


Fig. 2. — Distribution des *Brexia* du domaine du Centre.

petiolo 4-12 mm longo; nervis secundariis satis conspicuis, 7-12 jugis, ad marginem anostomosantibus. Inflorescentiæ umbelliformes axillares pedunculatæ, floribus pedicellatis 5-9, pedunculo plus minus 2 cm longo; bracteis 2, 2-4 mm longis, subpersistantibus; bracteolis parvissimis; pedicellis teretibus 10-12 mm longis; floribus 12-13 mm longis. Calyx lobis 5, rotundatis. Petala 7-9 mm longa, 4-5 mm lata, basi incrassata. Stamina 8-10 mm longa filamentis acicularibus, basi incrassatis; antheris ca. 4 mm longis, ca 2 mm

latis, late ovatis, breviter apiculatis. Discus crassus inter stamina dentibus acicularibus 4-5 auctus. Ovarium cum stylo longo conicum, costulis vix prominentibus 5 et nervis intermediis 5 ornatum. Placentæ in medio parte inferiore adnatæ, supra liberæ. Fructus juvenilis oblongus, longe apiculatus. Fructus adultus ignotus.

Holotypus : *Leroy II-1-22*[1], Savane arborée de l'Horombe à 18 km d'Ihosy, route Fianarantsoa Ihosy, Madagascar, jeunes fruits, octobre 1966 (P).

Il y aura peut-être lieu, à la suite d'un approfondissement de nos connaissances, de réunir en une seule espèce, les trois espèces *(montana, Humberti, horombensis)* du domaine central.

CLÉ PROVISOIRE DE DÉTERMINATION DES *BREXIA* A FRUITS SECS ET INFL. OMBELLIFORMES AXILLAIRES

(Espèces de forêts non ombrophiles)

— Fleurs grandes (pétales de 15 mm de long); anthères de 5 mm de long); ovaire à 5 côtes; feuilles grandes, 7-35 cm de long (zone littorale) .... *B. madagascariensis.*

— Fleurs moyennes (pérales de 9 mm de long); anthères de 3,5 mm-4 mm de long; ovaires à 5 côtes; feuilles 5-9 cm de long (savane arborée sèche du centre-ouest, environ 1000 m d'alt.). . *B. horombensis.*

— Fleurs petites (pétales 7 mm au plus); anthères de 2 mm au plus; ovaires à 10 angles, anthères ovales, obtuses, 4 dents aciculaires inégales; feuilles de 3-16 cm de long (montagne du N. E., vers 1500 m d'alt.) .... *B. montana.*

— Fleurs petites (pétales de 7 mm au plus); anthères de 1 mm environ 4 dents aciculaires égales (1 mm); ovaire à 5 costules obsolètes ; fenilles de 3-16 cm de long (montagnes du sud, 100-900 m. alt.).................................. *B. Humberti.*

Bibliographie

Du Petit-Thouars A. — Gen. Nov. Mad., in Mélanges de Botanique et de voyages : 20 (1811).

Hutchinson J. — *Brexia* in *Escalloniaceæ*. The Genera of flowering Plants.

Perrier de la Bathie H. — Les Brexiées de Madagascar. Bull. Soc. Bot. France **80** : 198-214 (1933).

— Au sujet des affinités des *Brexia* et des Célastracées et de deux *Brexia* nouveaux de Madagascar. Bull. Soc. Bot. France **89** : 219-221 (1942).

Tulasne L. R. — Ann. Sc. Nat. Paris **8** : 159 (1857).

Willis J. C. — A dictionary of the flowering plants and ferns. Seventh Edition, revised by H. K. Airy Shaw. Cambridge University Press (1966).

1. Deuxième mission; carnet n° 1; récolte n° 22.

ADANSONIA, ser. 2, 8 (4) 1968.

UNE NOUVELLE ESPÈCE D'*ARAUCARIA* DE NOUVELLE-CALÉDONIE

par Michel CORBASSON

Directeur des Eaux et Forêts à Nouméa

Une des plus grandes espèces d'*Araucaria* de Nouvelle-Calédonie que l'on trouve au Mont Mou, près du Mont Dzumac, plus à l'est, le long de la montagne au sud de la rivière Ouinné, au nord de la Rivière Bleue et dans la région du Pic du Rocher, près de la Montagne des Sources, a été appelée, depuis longtemps, *Araucaria Rulei*[1]. Le matériel qui a servi pour la description de cette espèce provenait apparemment d'arbres qui se trouvaient sur les montagnes de Canala, où il a été récolté à l'époque des voiliers, c'est-à-dire lors des premières prospections botaniques de la grande île[2]. Ces montagnes éloignées ne sont plus très fréquentées de nos jours; c'est probablement une des raisons pour laquelle les arbres du Mont Mou ont été identifiés comme *Araucaria Rulei*. Lors des missions récentes en Nouvelle-Calédonie, effectuées par M. David J. DE LAUBENFELS, professeur de géographie à l'Université de Syracuse, dans l'état de New York (États-Unis), en vue d'une étude systématique des Gymnospermes, le véritable *Araucaria Rulei* a été redécouvert; cet exploit a, par la suite, révélé que les arbres si bien connus des montagnes des environs de Nouméa représentaient une espèce différente qui n'avait jamais reçu de nom scientifique. M. DE LAUBENFELS a bien voulu m'informer de ce fait étonnant, et, comme il est souhaitable de disposer d'un nom valable pour cette essence forestière remarquable — aussi bien pour des raisons scientifiques que sur le plan forestier — je n'hésite plus à proposer ici, pour cette espèce encore quasi « anonyme » le nom suivant, en l'honneur du spécialiste qui, pour la première fois, a reconnu la position systématique de ce bel *Araucaria*,

Auraucaria Laubenfelsii Corbasson, *sp. nov.* (Sect. *Eutacta*).

Arbor ad 50 m alta, truncus ad 2 m in diametro; arboris juvenilis corona laxe ovata, arboris grandis candelabriformis. Rami foliosi ad 20-28 mm longi (inclusive foliis), crassi. Folia spiraliter instructa, crassa, imbricata, patentia,

1. WHITE C. T., J. Arnold Arb. **7** : 83 (1926); DÄNIKER A. V., Mitt. Bot. Mus. Zürich **142** : 49 (1932); SARLIN P., Bois et Forêts de la Nouvelle-Calédonie : 83 (1954).
2. MUELLER F., Essay on the Plants collected by MR. Eugene FITZALAN : 18 (1860).

apice breve hamato, adulta 12-18 mm longa et 8-10 mm lata, carinata; folia in ramis inferioribus minus crassa, lanceolata; folia juvenilia subulata, quadrangularia. Strobili ♂ 12 cm longi et 28 mm lati (bene evoluti ad 15 cm longi et ad 22 mm lati); microsporophylla 10 mm longa, apice libero triangulari acuto 5 mm longo et 4 mm lata. Strobili ♀ ovoidei, ca. 14 cm longi.

Holotype : *McKee 16441*, crête entre le Mont Dzumac et le Mont Quin (P).

Les arbres qui appartiennent à cette nouvelle espèce se trouvent à une altitude comprise entre 660 et 1 160 m ; leurs cimes surplombent celles des autres arbres de la forêt dense humide qui les accompagnent.

Autres spécimens étudiés : Mont Mou, *Virot 41*, *Hürlimann 1589*, *Mc Kee 1589* (P); *White 2021*; fertile, *Buchholz 1457*, écailles de graines, *1592*, forme de jeunesse, *1685* (K); *de Laubenfels P 362*, fertile, *P 363*, formes de jeunesse, (AR); Pic du Rocher, secteur Bernier, *de Laubenfels 207*, écailles de graines, *359*, *360*, avec des cônes ♂, (P); montagne au nord de la Rivière Bleue, *de Laubenfels P 446. 7* (AR).

Ce sont surtout les feuilles de l'*Araucaria Laubenfelsii* qui la différencient de toutes les autres espèces : elles sont nettement plus petites que celles de l'*Araucaria Muelleri* et de l'*Araucaria Rulei*, mais visiblement plus larges que celles des autres espèces représentées en Nouvelle-Calédonie. Elles ressemblent aux feuilles d'*A. Muelleri*, parce qu'elles sont ± dressées et munies d'une pointe en forme de crochet; cependant cette dernière n'est pas aussi largement et brusquement coudée que dans les feuilles d'*A. Rulei* ou d'*A. montana* qui leur ressemblent dans leurs dimensions. Un autre caractère différentiel la séparant d'*A. montana* se trouve dans les cônes qui sont visiblement plus grands. Les sporophylles sont brièvement triangulaires, en général pas très étalés, et différencient la nouvelle espèce d'*A. Rulei* et *A. Muelleri*. *A. Laubenfelsii* est très étroitement apparenté à *A. Muelleri* et *A. montana* et se comporte, quant à ses caractères morphologiques, comme une espèce intermédiaire. Les aires de répartition de ces trois espèces se touchent dans la région de la Rivière bleue où l'on peut les distinguer aisément.

En dehors des différences morphologiques, *A. Laubenfelsii* ne pousse pas dans les formations fermées et atteint une hauteur maximum plus considérable que les espèces affines; à cause de ces caractères elle ressemble davantage aux espèces d'*Araucaria* réparties dans des régions plus basses de la Nouvelle-Calédonie.

Adansonia, ser. 2, 8 (4) 1968.

UNE NOUVELLE ESPÈCE DE *LEPIDAGATHIS* Willd. (ACANTHACÉE) D'AFRIQUE OCCIDENTALE

par H. Heine

Lepidagathis epacridea Heine, *sp. nov.*

Ab omnibus speciebus generis *Lepidagathis* Willd. bucusque notatis facile distinguitur inflorescentiis semper terminalibus a foliis superioribus patentibus (cum foliis inferioribus congruentibus) et foliis bracteiformibus squarrosis, multo maioribus, rigidis, glumæformibus, stellatim dispositis, valde superatis atque dense involucratis.

Habitus (præcipue folia paralellinervia atque dispositio folium bracteiformium involucralium) nonnullas species Epacridacearum, e. g. e generibus *Dracophyllo* Labill. et *Richea* R. Br. in mente revocans : inde nomen specificum.

Planta pedalis, squarrosa, densifolia, e rhizomate lignoso; basis et partes inferiores lignescentes; caules graciles, teretes, leviter striati, striis pilis minutis crispulis instructis, simplices vel subramosi, cortice brunnea, ad 25 cm alti et ad 2 mm crassi; nodi 5-7 mm distanti; folia patentia, sessilia, basi caules semiamplectentia, lineari-lanceolata, acuminatissima, mucronulata, 2-3 cm longa, ad basin ± 2 mm lata, margine leviter ciliata, præcipue basin versus, nervi paralleli; folia superiora gradatim in foliis bracteiformibus transeuntia; hae folia bracteiformia accrescentia, in statu bene evoluto longe cuspidato-ovalia vel lanciformia, ad 43 mm longa et in inferiore parte ad 10 mm lata, leviter carinata, subscariosa, acumen mucronatum; inflorescentiæ terminales, strobiliformes, densissime glomeratæ, pro genere valde typicæ, ad 23 mm longæ et ad 13 mm latæ (tunc a foliis bracteiformibus superatæ); bracteæ scariosæ, castaneæ, ellipticæ, mucronatæ, 15 × 6 mm, (mucro 1 mm longus), margine lanato-ciliatæ; flores in capitulis ab his bracteis compositis immersi (corollarum labia tantum emmergentia); calyx ad 14 mm longus; sepala libera, ± obliquo-lanceolata, acute acuminata, dorso et margine (præcipue ad apicem versus) dense sericeo-ciliata (ciliæ ad 2 mm longæ); sepala 2 antica 12 × 2,5 mm, 2 lateralia 12 × 1,7 mm, sepalum posticum 14 × 3,5 mm; corolla ad 17,5 mm longa, tubo extus glabro, 9 mm longo, fauce constricto et in boc loco extus et intus annulo pilorum erectorum densissimorum instituto; ceteræ partes exteriores corollæ densissime sericeo-hirsutæ; labia intus glaberrima; labium posticum ovale, 8 × 5,5 mm, apice leviter (ad ± 1 mm) ermarginato-bipartitum; labium anticum trilobum, ad 7 mm longum, lobis lateralibus apice rotundatis, ad anthesin ± deflexis,

2 × 1,3 mm, lobo centrali subacuminato, 2,5 × 2 mm; stamina in fauce inserta; filamenta glabra, anteriora 3 mm, posteriora 4 mm longa; antheræ 2,3 mm longæ, loculis 1,6 mm longis, æqualibus, ± 0,6 mm superpositis, cum valvis ciliatis dehiscentibus; discus annularis, ± 0,8 mm altus; ovarium glaberrimum, subglobosum, leviter apiculatum, ± 1 mm in diametro; stylus ad 11 mm longus, uniseriatim sparse ciliatus; stigma truncatum; fructus glaberrimus (hic inde maculis nigris sparse punctatus), mitriformis, ad 8 mm longus et ad basin ad 3 mm latus; semina ovato-acuminata, compressa, 3 × 4 mm, pilis hygroscopicis ad 5 mm longis densissime sericeo-tomentosa.

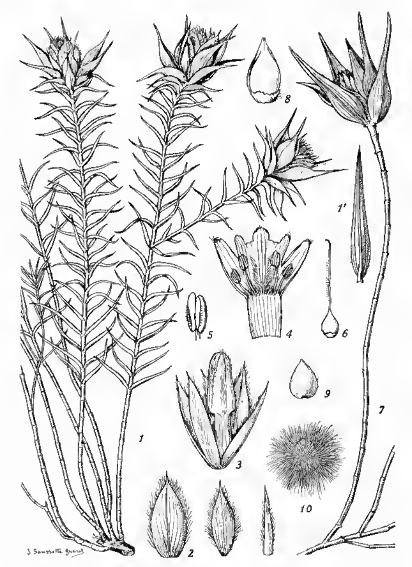
Habitat in locis aridissimis Africæ occidentalis, ubi solum crusta ferruginea obtectum est. Species hæc notabilis a duobus confratribus alsaticis, civibus argentoratensibus, mirimodis detecta : primo cl. P. Jaegerus, botanices professor facultatis pharmaciæ Universitatis argentoratensis, anno MCMLI in regione meridionali Reipublicæ Mali nunc dictæ (olim Sudan gallicus) nonnulla specimina incompleta in statu fructifero (sine foliis et floribus) legit; dein Y. Sellius, curator horti botanici academici argentoratensis, fortuito hanc speciem, etiam in statu fructifero (sine foliis et floribus), anno MCMLXVII prope vicum Varalé dictum in agro Reipublicæ Oræ eboris denuo reperivit; postea, Sellii iussu, Téhé Henricus, africanus, specimina optima cum foliis et floribus ex eo ipso loco attulit.

Typus : *Téhé Henri* in herb. *Y. Sell* sub nº *692*.

Les seuls échantillons connus de cette nouvelle espèce proviennent des deux récoltes suivantes : République du Mali, pays de Kita, Bowal de Kita-Bowal près Sira-Koro, 17 décembre 1951, leg. *P. Jaeger 3790* (herb. P. Jaeger, Strasbourg; K); Côte d'Ivoire, Varalé, sans date et indications précises, *Téhé Henri* in herb. *Y. Sell* sub nº *692* (holotype P; isotype STR).

L'histoire de la découverte de cette nouvelle espèce est assez remarquable; elle est, à cause de son intérêt scientifique, brièvement résumée dans les lignes suivantes.

M. le Professeur P. Jaeger, du Laboratoire de botanique de la Faculté de Pharmacie de Strasbourg, a récolté, sous le nº *3790*, le 17 décembre 1951, sur le bowal de Sira-Koro, à l'Est de Kita (République du Mali, ex-Soudan Français), un échantillon de cette Acanthacée en état de fructification, sans feuilles et légèrement endommagé par le feu (= l'échantillon représenté en partie sur fig. 7 de la planche 1). Très intrigué par cette Acanthacée insolite, il l'a soumise à l'examen des spécialités de Kew (il s'agit d'un double de son numéro *3790* qui est représenté à l'herbier de Kew). Le Directeur des Jardins Botaniques Royaux de Kew a répondu à M. Jaeger à ce sujet le 2 décembre 1957 : « The specimen (nº *3790*) referred to in your letter of 16 nov., has been examined by Mr. Milne-Redhead. He reports that it is probably a species of *Lepidagathis*, but it is too advanced for definite determination. It does not match any specimen in the Kew Herbarium. Yours etc. » Lors de la révision des Acanthacées pour la deuxième édition de la « Flora of West



Pl. 1. — **Lepidagathis epacridea** Heine, *sp. nov.* — **1**, plante florifère, × 2/3; **1'**, feuille du milieu de la tige, face dorsale, × 2; **2**, bractée de 1er ordre, de 2e ordre, et bractéole, × 1,5; **3**, calice et bouton floral, × 2; **4**, corolle ouverte, × 2; **5**, anthère, × 6; **6**, pistil, × 2; **7**, plante fructifère, × 2/3; **8**, fruit, × 2; **9**, graine, à l'état sec, × 2; **10**, graine humectée, × 2. — (1-6 : *Téhé Henri* in herb. *Y. Sell* sub nº *692*; 7-10 : *P. Jaeger 3790*.

Tropical Africa » de HUTCHINSON et DALZIEL, j'ai pu examiner à Kew, en 1960, cet échantillon malheureusement très incomplet. Comme il était impossible de se prononcer sur la position systématique et les affinités de ce matériel, il n'en est pas question dans la deuxième édition de la « Flora of West Tropical Africa ».

Au printemps de cette année, M. Y. SELL, assistant à l'institut de botanique de la Faculté des Sciences de Strasbourg, a envoyé au Laboratoire de Phanérogamie du Muséum, à mon attention, quelques échantillons d'Acanthacées provenant de la Côte d'Ivoire pour leur identification (ayant révisé moi-même auparavant le total des Acanthacées de la collection faite par M. SELL lors de sa mission à la Côte d'Ivoire en 1967). A ma plus grande surprise, il se trouvait, parmi ces échantillons, du matériel excellent et très complet de ce même *Lepidagathis* qui m'était seulement connu de façon très incomplète par l'échantillon *P. Jaeger 3790* de Kew. Aussitôt, sur ma demande, M. JAEGER a bien voulu me communiquer l'échantillon resté dans son herbier privé à Strasbourg, et la comparaison de ce matériel avec celui de M. SELL a révélé, de façon absolument certaine, la conspécifité des plantes représentées par ces deux échantillons. M. SELL a bien voulu préciser les détails de la récolte du spécimen qui a maintenant permis de reconnaître une nouvelle espèce remarquable de *Lepidagathis* d'Afrique occidentale. Il écrit, dans une lettre datée du 28 février 1968 : « Quant aux plantes que j'ai, voilà ce qu'il en est : en mars-avril 1967, lors de mon séjour en Côte d'Ivoire, j'avais récolté de très mauvais échantillons sans fleurs, avec encore quelques rares bractées*. Aussi avais-je chargé l'Africain, TÉHÉ HENRI, qui m'accompagnait toujours, de me récolter lors d'une tournée ultérieure des échantillons plus valables si l'occasion se présentait. C'est ce qu'il a fait pour me les envoyer par la suite. Ce *Lepidagathis* n° 692, pousse en grande quantité en compagnie de *Lepidagathis anobrya* Nees, plus abondant encore, près de Varalé et Ouanga Finiti, dans le Nord-Est de la Côte d'Ivoire, au Nord de la réserve de Bouna. Ces deux espèces constituent à elles seules le peuplement des endroits les plus secs de la cuirasse ferrugineuse. Les racines, difficiles à retenir, s'enfoncent dans les anfractuosités de la carapace. »

Cette nouvelle espèce est, jusqu'à ce jour, seulement connue des deux localitées indiquées. Celles-ci sont séparées, l'une de l'autre, par une distance de plus de 800 km à vol d'oiseau; étant donné ces circonstances et les difficultés considérables de trouver et de récolter des échantillons valables, il est donc fort probable qu'il s'agit d'une espèce caractéristique (pyrophyte) et à répartition importante dans les régions couvertes de la carapace latéritique du Nord de la Côte d'Ivoire et de la Haute-Volta.

Dans le cadre des *Lepidagathis* africains, *L. epacridea* sp. nov. est très facile à reconnaître d'après ses tiges uniformes et ses inflorescences

* C'est exactement l'état des échantillons de M. JAEGER (H. H.).

strictement terminales, ainsi que les feuilles bractéiformes qui dépassent très considérablement l'inflorescence et forment une espèce d'involucre autour d'elles. Ceci fait penser aux capitules de certaines Composées, par exemple ceux de *Silybum Marianum* (L.) Gaertn. ou de l'artichaut, *Cynara Cardunculus* L. Pourtant, le port général des plantes appartenant à cette nouvelle espèce est plutôt, comme il est exprimé par le choix de l'épithète « *epacridea* », évocateur de plusieurs caractères macromorphologiques que l'on rencontre chez les Épacridacées ; feuilles aplaties à nervures parallèles, non pas « éricoïdes », mais tout à fait du type des plantes monocotylédones; inflorescences terminales, entourées de ces mêmes feuilles qui deviennent graduellement plus grandes et plus rigides vers le sommet des tiges (c'est-à-dire autour de l'inflorescence) où elles forment une espèce d'involucre persistant et squarreux. Ce dernier caractère est surtout très marqué en état de fructification, quand la plante a perdu toutes les autres feuilles (cf. Pl. 1, fig. 7). Il s'agit fort probablement d'une adaptation aux conditions écologiques très particulières de l'habitat de ces plantes (comme d'ailleurs chez la plupart des espèces du genre *Lepidagathis*), qui comportent beaucoup de pyrophytes. Mais aucune espèce décrite jusqu'à ce jour, malgré la grande diversité de l'appareil végétatif et des inflorescences, toujours d'ailleurs en capitules ± strobiliformes très denses, ne montre ce port très étrange et inhabituel pour une Acanthacée qui rappelle celui de plusieurs Épacridacées, par exemple des espèces des genres *Dracophyllum* Labill. et *Richea* R. Br. — Des *Lepidagathis* éricoïdes sont bien connus en Afrique occidentale; il en existe toute une série (*L. capituliformis* R. Benoist, *L. Chevalieri* R. Benoist, *L. Felicis* R. Benoist, *L. Pobeguini* Hua; cf. H. Heine in Hutchinson et Dalziel, Flora of West Tropical Africa, ed. 2, **2** : 413-416, 1963). Cependant, toutes ces espèces possèdent, sur le même pied, des tiges de deux types morphologiques tout à fait différents et strictement séparés, sans aucune transition : les unes, assimilatrices, c'est-à-dire avec des feuilles habituelles, caractéristiques pour l'espèce, et toujours sans inflorescences, et d'autres, qui portent les inflorescences qui se trouvent à la proximité du sol; ces tiges sont très courtes, avec des feuilles ± en formes d'écailles, tout à fait différentes des feuilles normales. De plus, les inflorescences des autres espèces du genre ne possèdent pas de feuilles bractéiformes qui dépassent les autres feuilles et les capitules. Les rapports taxinomiques entre les Épacridacées et les Éricacées sont trop connus pour être discutés ici, d'autant plus qu'il n'y a, dans le cas précédent, qu'une coïncidence tout à fait accidentelle à ce sujet : pourtant, l'existence de ce *Lepidagathis* « *epacridea* » sp. nov. dans un genre où l'on connaît un certain nombre de plantes « éricoïdes » ne semble pas dépourvu d'un certain intérêt sur le plan morphologique.

Adansonia, ser. 2, 8 (4) 1968.

ÉTUDE DE LA CROISSANCE RYTHMIQUE CHEZ L'HÉVÉA (*HEVEA BRASILIENSIS* Müll.-Arg. EUPHORBIACÉES-CROTONOÏDÉES)

par F. Hallé et R. Martin

Laboratoire de Botanique
Centre O.R.S.T.O.M.
B.P. 20, Abidjan

Laboratoire d'Agronomie
Institut de Recherches sur le Caoutchouc
en Afrique. B.P. 1536. Abidjan

Résumé : Le rythme endogène qui régle la croissance aérienne de l'Hévéa est étudié d'un point de vue descriptif et expérimental. Les variations de la morphologie foliaire, la courbe de croissance et l'activité mitotique de l'apex sont successivement analysées.

La courbe de l'activité mitotique apicale est mise en parallèle avec la courbe de concentration d'auxine dans l'apex établie par Gener (1966).

La germination, la ramification, et la floraison, sont sous la dépendance du rythme de croissance.

Le fonctionnement cambial est également rythmique : à chaque période d'activité méristématique apicale correspond l'édification, par le cambium, d'un nouvel anneau de bois et d'un nouveau manteau laticifère au sein des tissus libériens.

Après l'étude de quelques anomalies de la croissance rythmique, deux hypothèses sont proposées pour élucider le mécanisme de cette croissance. L'étude expérimentale démontre que le rythme résulte d'une compétition, sur le plan hydrique, entre les feuilles en maturation et le méristème qui leur a donné naissance.

Summary : The endogenous rythm conditioning the aerial growth of *Hevea* is reported upon, alike from the standpoint of description and concrete experiments.

An analysis is given of the variation in foliar morphology, the curve of growth and the mitotic activity in the growing apex. A comparison is drawn between the mitotic activity of the apex, and the concentration's curve of auxine at the apex in agreement with Gener (1966).

Germination, branching, and flowering are controlled by the growth's rythm. Cambial activity is also cyclical; in relation with the periods of meristematic activity at the apex are structured the wood-rings, and are determinated the formation of new laticiferous layers within the liber.

Following an enquiry of certain anomalies in the growth's rythm, two working hypothesis are being advanced in order to account for the mechanism of the growth. Experimental work shows that the rythm results from a competition, for the water supply, between the leaves in course of development, and the meristem from which they arise.

L'examen des travaux consacrés à la croissance rythmique[1] de l'Hévéa montre que ce phénomène remarquable n'a pas encore fait l'objet d'une description précise. Si l'aspect externe et global en est

1. Ou croissance par « flush » des auteurs anglais.

relativement bien connu, il semble que l'on ne sache rien, ou presque rien, de la biologie et de la physiologie du méristème à fonctionnement périodique, ni de la causalité du rythme.

Ceci est vrai, d'ailleurs, pour l'ensemble des arbres tropicaux à croissance rythmique — à l'exception du Théier (*Camellia thea* Link, Théacées), admirablement étudié, à ce point de vue, par BOND (1942 et 1945).

Le présent travail ambitionne de jeter les bases d'une connaissance précise de la croissance rythmique; de confronter les résultats acquis chez l'Hévéa avec ce que l'on sait actuellement de la croissance rythmique des végétaux ligneux; d'ouvrir la voie, enfin, à quelques perfectionnements des techniques utilisées en agronomie de l'Hévéa.

I. MATÉRIEL UTILISÉ

Parmi les arbres tropicaux à croissance rythmique dont nous ayions connaissance, l'Hévéa (*Hevea brasiliensis* Müll.-Arg., Euphorbiacées-Crotonoïdées) est incontestablement le plus favorable à une telle étude, parce que c'est une espèce robuste, d'élevage facile, à croissance rapide et à rythme court et stable.

Les plants utilisés ici sont, sauf indication contraire, des semenceaux ayant pour parent maternel le « clône de greffe » LCB 1320; ils sont élevés sous abri grillagé, dans des conditions aussi constantes et aussi favorables que possible; aussi leur croissance a-t-elle été remarquablement vigoureuse. La période observée débute à la germination et comprend l'apparition des premières branches; l'étude de la croissance de l'arbre adulte ne sera qu'ébauchée ici.

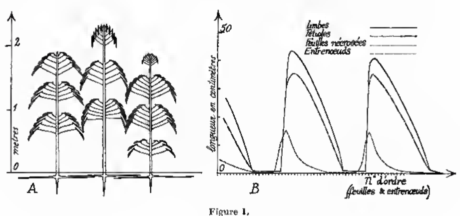


Figure 1.

II. DESCRIPTION DE LA CROISSANCE RYTHMIQUE DE L'AXE AÉRIEN

a) VARIATION DES DIMENSIONS FOLIAIRES

Le caractère le plus remarquable du jeune Hévéa est la variation rythmique spectaculaire des dimensions foliaires d'un bout à l'autre de l'axe (fig. 1 A). Ceci est accompagné de variations dans la longueur des entrenœuds.

La figure 1 B qui indique les dimensions des limbes, des pétioles et des entrenœuds en fonction de leur position sur l'axe, rend compte de ces variations. Cette figure permet, en outre, plusieurs constatations utiles :

— Périodiquement, des feuilles de dimensions minimales coïncident avec des entrenœuds de longueur pratiquement nulle : ceci signifie que l'Hévéa différencie périodiquement des bourgeons.

— Les plus grandes feuilles sont édifiées immédiatement après les dernières écailles de chaque bourgeon et les dimensions foliaires diminuent lentement par la suite; le plus long entrenœud est celui qui sépare la dernière écaille de la première grande feuille; nous essaierons plus loin d'interpréter ces faits.

b) VARIATIONS DE LA MORPHOLOGIE FOLIAIRE

En liaison avec les variations de taille, les feuilles et leurs bourgeons axillaires présentent des variations morphologiques considérables (fig. 2 et 3 *a*). On distingue trois sortes de feuilles :

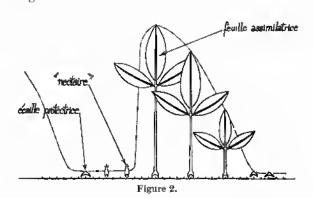


Figure 2.

— des feuilles assimilatrices normales, de dimensions échelonnées. Les plus grandes atteignent des dimensions importantes, 80 cm à 1 m de longueur; leur bourgeon axillaire est volumineux, saillant, formé de 4-6 ébauches foliaires. Les plus petites, de l'ordre du centimètre, subissent une nécrose précoce; leur bourgeon axillaire est réduit, enfoncé dans le parenchyme cortical, et constitué de 2-3 ébauches seulement.

— des feuilles bloquées à un stade précoce de leur ontogenèse, qui restent à l'état d'écailles protectrices du méristème. Ce sont des bases foliaires, d'allure normale, avec des stipules aussi développées que celles des feuilles assimilatrices; mais leurs limbes restent inhibés, et ces écailles ne dépassent pas 2-3 mm de hauteur. Leur bourgeon axillaire est peu visible.

— enfin des feuilles réduites qui, après avoir été bloquées dans leur développement, comme les précédentes, différencient, lors du cycle morphogénétique suivant, un limbe de 4-10 mm de longueur, fortement glandularisé. PARKIN (1964) et FREY-WYSSLING (1933) les qualifient de « nectaires extra-floraux ». Ces feuilles glandulaires produisent, en effet, un liquide visqueux, translucide et sucré, qui attire les fourmis (fig. 3 *b*). Leurs bourgeons axillaires sont un peu plus développés que ceux des feuilles écailles.

Le nombre des feuilles émises est variable d'un cycle à l'autre : on compte, par exemple, 15-25 feuilles assimilatrices et 7-10 écailles

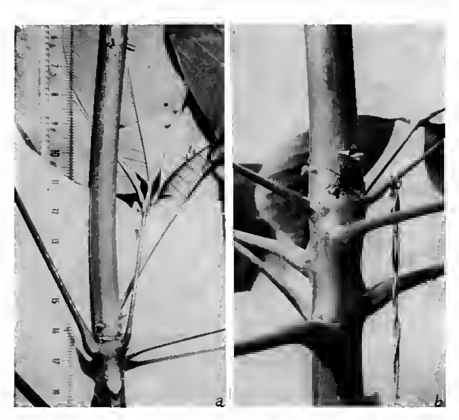


Fig. 3. — **a**, la zone de raccord entre deux unités de croissance successives; **b**, fourmi léchant les glandes de FREY-WYSSLING.

et glandes, par cycle, au sommet d'un jeune Hévéa de 3 m de haut. Les deux hélices foliaires, réalisant une phyllotaxie spiralée d'indice 3/8, sont conservées d'un cycle à l'autre, leur pas variant périodiquement.

c) VARIATION DE LA VITESSE DE CROISSANCE

On sait depuis très longtemps que la croissance de l'Hévéa est rythmique : ce phénomène semble avoir été décrit pour la première fois par Huber (1898), suivi par de très nombreux auteurs. Des périodes de croissance rapide alternent rythmiquement avec des périodes de croissance nulle, de sorte que l'axe aérien peut être considéré comme formé d'une succession linéaire d'*unités de croissance*.

Dubois (1962) donne une courbe de la croissance cumulée d'un jeune Hévéa pendant 4 mois. Pekel (1962) étend cette courbe à une durée d'un an, et y ajoute la croissance différentielle sous forme d'une série de courbes « en cloche » symétriques.

La présente courbe (fig. 4) confirme les résultats de nos prédécesseurs. Les périodes de croissance rapide y sont représentées par des sigmoïdes, et les périodes de croissance nulle, par des paliers horizontaux.

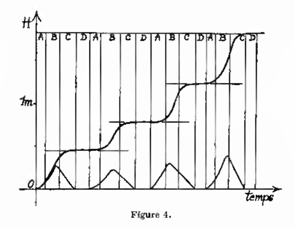


Figure 4.

La durée totale du cycle est, en moyenne, de 42 jours, dans l'exemple étudié.

Notre courbe différentielle diffère toutefois de celle de Pekel, en ce qu'elle est nettement dissymétrique. Cette précision résulte de l'analyse des courbes de croissance quotidienne de 15 plants (ayant pour parent ♀ le « clône de greffe » Tj 1) pendant 80 jours. L'étude mathématique de cette courbe reste à faire; mais sa forme dissymétrique permet de prévoir *a priori* que le freinage de la croissance n'est pas dû à la seule disparition du facteur responsable de cette croissance, ce qui sera confirmé expérimentalement par la suite.

Les plants étudiés ici étant maintenus dans des conditions favorables

aussi constantes que possible, il est clair que le rythme de croissance est d'origine interne. Il s'agit d'un phénomène automatique (LAVARENNE-ALLARY 1965) indépendant, quant à son déterminisme, des facteurs du milieu. Dans des conditions constamment favorables, l'influence de la constitution génétique est démontrée par le fait que deux pieds jumeaux, issus du clivage d'une graine, croissent de façon synchrone, alors que deux pieds issus de graines différentes ont des fonctionnements apicaux désynchronisés.

d) LES DIFFÉRENTS STADES DU CYCLE MORPHOGÉNÉTIQUE

Ils ont fait l'objet d'une redescription récente par MARTIN (1966) et GENER (1966), qui distinguent quatre stades :

— STADE A — DÉBOURREMENT (fig. 5 A et 6 A).

Les feuilles-écailles constituant le bourgeon terminal s'ouvrent, et la nouvelle unité de croissance apparaît. Ce stade dure, en moyenne, 9 jours.

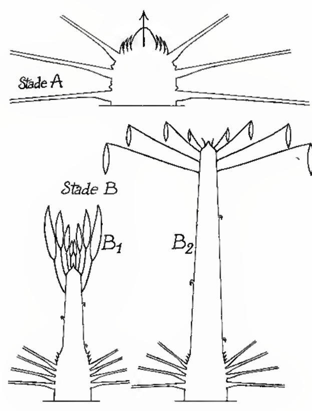


Figure 5.

— Stade B — Croissance (fig. 5 B et 6 B).

On constate l'élongation rapide des entrenœuds séparant les écailles formées lors du cycle précédent. Les nouvelles feuilles assimilatrices sont d'abord anthocyaniques, avec le limbe dressé verticalement (B_1); puis les limbes se renversent vers le sol et la teinte rouge s'atténue (B_2). Cette évolution dépend des dimensions propres de chaque feuille : au



Fig. 6. — Stades du cycle morphogénétique de l'Hévéa : **A**, débourrement; **B**, croissance; **C**, maturation foliaire; **D**, dormance.

stade B, la maturation foliaire n'est pas synchrone. Le stade B dure, en moyenne, 11 jours.

— Stade C — Maturation foliaire (fig. 6 C et 7 C).

La maturation foliaire, déjà amorcée au stade précédent, devient spectaculaire; on constate un accroissement rapide de la surface des limbes, avec un synchronisme parfait entre les différentes feuilles assimilatrices, quelles que soient leurs dimensions; peu de tissus de soutien : les limbes pendent, flasques; peu de chlorophylle : les limbes sont d'un vert très clair caractéristique. Le stade C dure, en moyenne, 10 jours.

Le synchronisme dans la maturation des feuilles, *indépendamment de leurs dimensions*, ne va pas sans quelques difficultés. Il se trouve en effet une période critique, dans l'ontogenèse foliaire, où les ébauches, longues à peine de quelques millimètres, ont déjà amorcé la différenciation d'un pétiole et d'un limbe trifoliolé. De telles ébauches, lors du stade C,

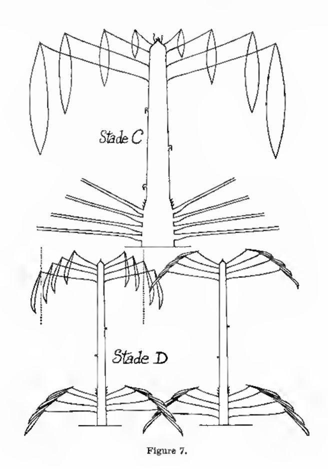


Figure 7.

sont trop différenciées pour pouvoir se transformer en écailles de bourgeon, mais pas assez pour pouvoir se changer en feuilles assimilatrices fonctionnelles, la maturation ne pouvant intervenir sur ce matériel embryonnaire. On constate que *ces feuilles se nécrosent*, et qu'un hiatus s'établit, visible sur la figure 2, entre la dimension de la dernière feuille assimilatrice et celle de la première écaille.

— STADE D — « DORMANCE » (fig. 6 D et 7 D).

Nous considérons, comme le début de ce stade, le moment où les limbes ne sont plus passivement livrés à la pesanteur, et commencent à se redresser. Ce stade dure, dans l'exemple étudié, 12 à 13 jours.

L'expression « bourgeon dormant », habituelle en hévéaculture, n'est pas rigoureuse; le stade D, en effet est complexe : la dormance véritable commence au stade C et se termine *pendant le stade D*, sans que la levée de dormance soit extérieurement décelable.

Ainsi défini, ces quatre stades, classiques en hévéaculture, sont remarquablement utiles sur le terrain, et caractérisables d'un coup d'œil.

Il importait cependant d'en améliorer la définition; c'est ce que nous avons voulu faire en précisant, à chaque stade, l'état du méristème apical.

e) COMPORTEMENT DU MÉRISTÈME APICAL AUX DIFFÉRENTS STADES

TECHNIQUE : Les prélèvements d'apex sont effectués toujours au même moment de la journée, pour supprimer l'effet des fluctuations méristématiques de rythme quotidien. La fixation est immédiate, par ébullition sous vide dans le Navaschine. Les coupes, longitudinales, sont faites au microtome à paraffine, à 10 μ d'épaisseur, puis colorées au Feulgen.

Les mitoses sont comptées dans les 11 coupes les plus axiales, c'est-à-dire, dans la coupe axiale elle-même, dans les 5 précédentes et dans les 5 suivantes. La position des mitoses est repérée à la chambre claire, ainsi que l'orientation des fuseaux mitotiques; enfin, les mitoses des 11 coupes sont cumulées sur un même dessin, celui de la coupe axiale. On constatera que quelques mitoses se trouvent « dans le vide »; cela est dû à la variation du contour des organes d'une coupe à l'autre.

RÉSULTATS :

— STADE A (fig. 8 A-B_1) : Très nombreuses mitoses dans le méristème apical, les méristèmes axillaires et les ébauches foliaires; active néoformation de feuilles.

— STADE B (fig. 8 B) : L'activité méristématique est en baisse [1],

1. La différence de densité mitotique entre les stades A et B est plus faible qu'on pourrait le croire en comparant les figures 9 et 10. Le méristème apical est, en effet, plus large au stade B qu'au stade A : la zone explorée, d'une profondeur d'environ 110 μ, intéresse les segments antérieur et postérieur de l'anneau initial au stade A, alors qu'elle les évite au stade B. Cette remarque rend compte également du grand nombre de mitoses dans la zone centrale du méristème de la figure 9; une partie de ces mitoses appartient, en fait, à l'anneau initial.

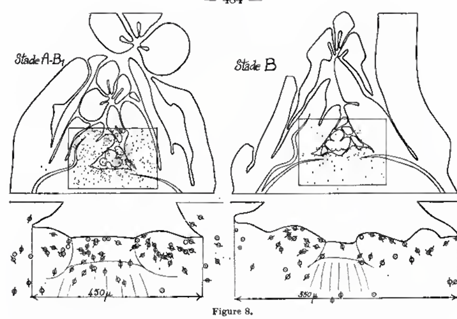


Figure 8.

les mitoses, cependant, sont encore nombreuses, et la néoformation de feuilles se poursuit.

— STADE C (fig. 9) : Les mitoses sont très rares, et presque exclusivement limitées aux dernières ébauches foliaires : il n'y a plus de néoformation de feuilles.

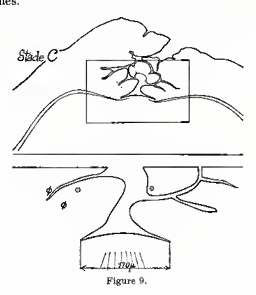


Figure 9.

— Stade D (fig.10) : Pendant les 8 premiers jours du stade D, nous ne trouvons plus aucune mitose, ni dans le méristème apical, ni dans les ébauches foliaires, ni dans les méristèmes axillaires (fig. 10). Le méristème apical, « en vie ralentie, est insensible aux conditions extérieures favorables », il s'agit donc d'une vraie *dormance* (Heller, 1962) au moins en première approximation. Cytologiquement, les noyaux des cellules méristématiques dormantes sont tout à fait caractéristiques par leur faible colorabilité.

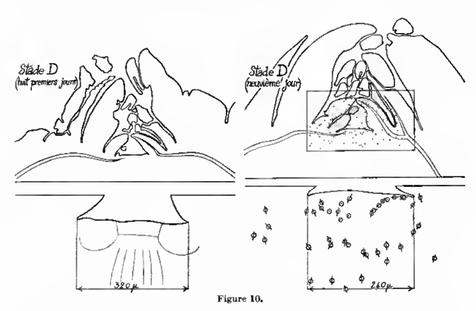


Figure 10.

On constate un net grossissement du diamètre de l'axe, par auxèse, entre le stade C et le stade D.

Au neuvième jour du stade D, c'est-à-dire 4 jours environ avant le débourrement, les mitoses réapparaissent dans le méristème apical et dans les méristèmes axillaires. Elles réapparaissent aussi dans les dernières ébauches foliaires, qui amorcent à cet instant leur différenciation glandulaire. Enfin, on constate la formation de nouvelle feuilles, qui deviendront les premières grandes feuilles assimilatrices de la nouvelle unité de croissance.

Ces résultats sont groupés sous forme graphique dans la figure 11, qui met en parallèle la courbe de croissance différentielle avec la courbe d'activité méristématique apicale. Pour l'établissement de cette dernière, les mitoses ont été dénombrées à l'intérieur d'un parallépipède méristématique d'épaisseur constante 110 μ, ayant pour arête de base la largeur du méristème au stade considéré.

Pour simplifier, l'activité méristématique est représentée ici (fig. 11) par une courbe symétrique; mais la forme exacte de cette courbe reste

à préciser, et l'étude statistique de nombreux méristèmes amènerait peut-être à lui donner une forme dissymétrique.

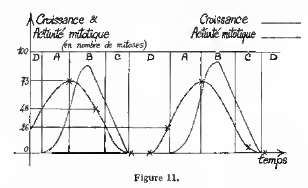


Figure 11.

f) CONCENTRATION EN AUXINE DANS L'APEX AUX DIFFÉRENTS STADES

On sait que l'acide β indolyl acétique (A.I.A.) est synthétisé par les méristèmes et les ébauches foliaires en état de vie active (HELLER, 1962). L'alternance rythmique, au niveau du méristème caulinaire d'Hévéa, de périodes de vie active et de vie ralentie, permettait d'avancer l'hypothèse d'une variation rythmique de la concentration en A.I.A. dans l'apex.

Une tentative de mesure de la concentration en A.I.A. dans l'apex, aux différents stades, a été effectuée par P. GENER (1966) à l'IRCA. En l'absence d'une chambre à auxines, la méthode du test Avoine (WENT, 1928) n'a pu être utilisée, et ces mesures ont été faites par des méthodes chimiques. La première est une méthode de dosage colorimétrique, basée sur la coloration rouge du réactif de SALKOWSKY en présence d'A.I.A.; la deuxième est une méthode chromatographique utilisant la coloration bleue du réactif d'EHRLICH.

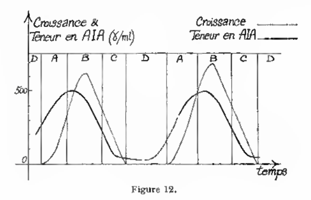


Figure 12.

Les résultats sont groupés dans la figure 12; la courbe de croissance différentielle est mise, ici encore, en parallèle avec la courbe de concentration auxinique; cette dernière est malheureusement incomplète dans la zone qui correspond à la fin du stade D.

Ces résultats doivent être considérés comme provisoires, compte tenu du fait que les seules méthodes permettant des dosages précis d'auxine sont les méthodes biologiques (Test Avoine); nous conserverons cependant l'hypothèse d'une variation rythmique de la concentration en acide β indolyl acétique dans l'apex d'Hévéa.

Cette hypothèse, nous allons le voir, rend compte de l'ensemble des faits observés.

On sait que l'A.I.A. n'a pratiquement pas d'action sur le méristème qui le synthétise. Son action s'exerce, plus bas, sur l'élongation cellulaire, la différenciation des vaisseaux et la prolifération du cambium. Le retard de la courbe de croissance par rapport à la courbe de concentration auxinique nous semble correspondre à la durée de migration de l'auxine depuis le méristème apical jusqu'aux tissus sous-jacents.

Les premiers tissus sur lesquels va agir l'A.I.A. sont évidemment des tissus élaborés à la fin du cycle morphogénétique précédent; cette action ne pourra se faire sentir que dans la mesure où les cellules auront conservé leurs possibilités d'allongement, c'est-à-dire, en particulier, des membranes souples. Chaque cellule est d'autant plus éloignée de cet état juvénile qu'elle est plus ancienne. Ceci explique le gradient d'allongement des entrenœuds que l'on observe (fig. 1 B) entre les écailles qui constituaient le bourgeon : les écailles les plus externes restent télescopées, les autres sont dissociées par un allongement axial d'autant plus fort qu'elles sont plus jeunes, c'est-à-dire, situées à un niveau plus élevé sur l'axe. L'entrenœud le plus long correspond aux tissus les plus récents, entre la dernière écaille du bourgeon précédent et la première feuille assimilatrice.

g) FONCTIONNEMENT DU CAMBIUM

On sait que l'acide β indolyl acétique détermine la prolifération des cambiums (HELLER 1962, TEPPER et HOLLIS 1967). L'existence d'une variation rythmique de la concentration en auxine dans l'apex permettait de prévoir un fonctionnement cambial rythmique; nous avons pu le vérifier, par une étude anatomique dont les résultats sont groupés dans la figure 13 *a*.

Sur un axe aérien d'Hévéa, l'unité de croissance la plus récente ne comprend qu'une seule couche de bois; celle d'avant en comprend deux, etc... Les stries du bois sont juste décelables à l'œil nu, et très clairement visibles sur les coupes colorées au Carmin-Vert d'Iode.

De la base au sommet d'une même unité de croissance, le nombre de couches de bois reste constant.

La formation des cellules laticifères par « manteaux » successifs au sein des tissus libériens — le manteau le plus interne étant le plus récent (FERRAND, 1944) — est à mettre en liaison avec le fonctionnement

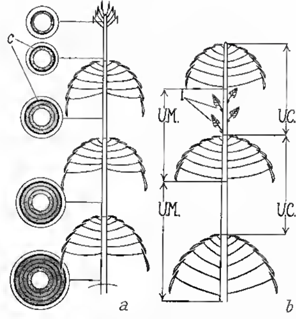


Figure 13.

rythmique du cambium : l'unité de croissance la plus récente ne contient qu'un seul manteau laticifère — d'ailleurs discontinu et d'observation difficile —, celle d'avant en contient deux, puis trois, etc. De la base au sommet d'une même unité de croissance, le nombre de manteaux laticifères reste constant.

Toutes ces observations montrent que le cambium aérien d'Hévéa a un fonctionnement rythmique, synchronisé avec le fonctionnement apical.

Dans la pratique, l'existence d'un rythme cambial implique que certaines précautions soient prises lors du greffage. Ainsi que l'a montré Gener (1966), les résultats du greffage sont significativement meilleurs lorsque l'apex du porte-greffe est au stade A ou B.

Ce qui précède permet une interprétation simple de ce résultat : les stades A et B sont ceux où une activité méristématique intense dans l'apex entraîne, par l'intermédiaire des synthèses d'auxine, une intense activité cambiale du porte-greffe, donc une soudure rapide du greffon.

h) UNITÉS DE CROISSANCE ET UNITÉS DE MORPHOGÉNÈSE

Les résultats de l'étude morphologique amènent à distinguer, dans l'organisation de l'axe aérien d'Hévéa, deux unités distinctes (fig. 13 *b*).

— les unes ont une morphogenèse ininterrompue, mais s'allongent en deux temps; ce sont les *unités de morphogenèse* (U.M.).

— les autres sont édifiées en deux temps, mais s'allongent de façon ininterrompue; ce sont les *unités de croissance* (U.C.). Hétérogènes du point de vue morphogénétique, ces unités de croissance se composent d'un « tronçon préformé » et d'un « tronçon néoformé », ainsi que l'a montré P. Rivals (1965 à 1967), chez divers arbres fruitiers. L'Hévéa est donc un arbre « hétérophyllé » au sens de Kozlowski et Clausen (1966).

i) LA CROISSANCE RYTHMIQUE CHEZ LA PLANTULE

La figure 14 représente la variation de longueur des unités de croissance successives en fonction de l'âge de la plante. Les mesures ont été faites sur l'axe primaire de 70 semenceaux ayant pour parent maternel le « clône de greffe » Tj 1.

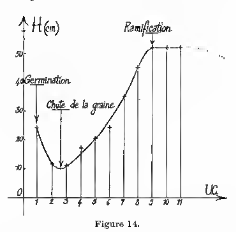


Figure 14.

On constate que la première unité est nettement plus longue que la deuxième. Après la troisième, qui est la plus courte, la longueur de l'unité de croissance augmente rapidement; après la neuvième, elle se stabilise, puis diminue chez l'adulte.

On interprète facilement la forme de cette courbe si l'on tient compte :

— de l'influence des réserves séminales sur la croissance de la plantule : la graine, vidée de ses réserves, se détache habituellement au cours du troisième cycle de croissance.

— du développement des axes latéraux qui se situe habituellement, chez Tj 1, au neuvième cycle de croissance; lors de la ramification, le jeune arbre est haut de 2,40 m en moyenne, et la croissance de l'axe primaire se ralentit.

j) LA CROISSANCE RYTHMIQUE CHEZ L'ADULTE, RAMIFICATION, FLORAISON

Le rythme décrit ci-dessus n'est pas particulier au jeune arbre; il caractérise la croissance de l'Hévéa quel que soit son âge; il conditionne, en particulier, sa ramification et sa floraison.

A la fin du stade D, l'activité mitotique reprend dans les méristèmes axillaires en même temps que dans le méristème terminal. Si la plante est suffisamment vigoureuse pour se ramifier, ce qui se produit après une période de croissance monocaule de 1-2 ans, le débourrement (stade A) intervient en même temps pour le bourgeon terminal et pour les bourgeons axillaires : la plante se ramifie.

Par l'intermédiaire du polymorphisme foliaire, le rythme apical commande la localisation topographique de la ramification : en effet, les bourgeons axillaires qui assurent la ramification sont ceux des feuilles assimilatrices de dimensions moyennes; les inflorescences sont localisées aux aiselles des feuilles assimilatrices les plus grandes, ou aux aisselles des « nectaires extra-floraux » (fig. 13 *b*).

III. QUELQUES ANOMALIES DE LA CROISSANCE RYTHMIQUE

Avant de formuler des hypothèses concernant le mécanisme de la croissance rythmique, il n'est pas sans intérêt d'observer quelques cas anormaux.

a) LES REJETS DE SOUCHE

Des renseignements intéressants ont été fournis par l'analyse morphologique des rejets de souche (Martin, 1966), schématisés dans la figure 15.

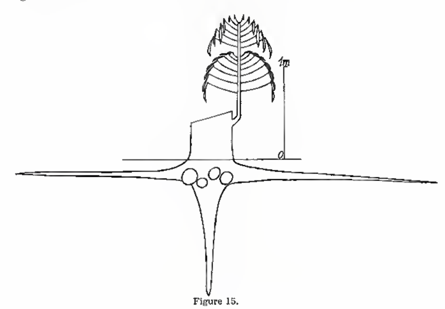


Figure 15.

La physiologie du rejet de souche est dominée par l'existence d'un déséquilibre entre un important apport de métabolites venus de la base du végétal, et une utilisation réduite de ces métabolites par la partie aérienne qui ne comporte qu'un seul méristème actif. Deux anomalies de la croissance rythmique semblent liées à ce déséquilibre :

— Brièveté anormale du stade D = une nouvelle unité de croissance apparaît avant que les feuilles de l'unité précédente ne soient adultes.

— Altération du synchronisme de maturation foliaire : sur une même unité de croissance on peut observer des feuilles au stade C à la base, et des feuilles anthocyaniques (stade B) au sommet.

Ceci semble résulter d'un antagonisme entre le système normal de régulation, et une vigueur exceptionnelle = l'inhibition des mitoses commence anormalement tard dans les feuilles, et elle cesse anormalement tôt dans le méristème apical.

La croissance rythmique elle-même, avec ses caractéristiques essentielles, est cependant conservée sur les rejets de souche. Tel n'est pas le cas chez l'Hévéa « chandelle ».

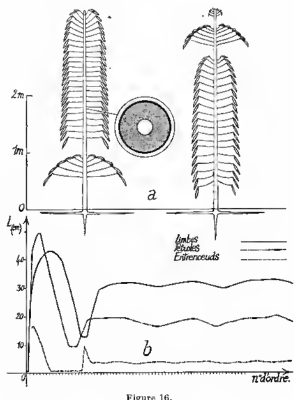


Figure 16.

b) L'HÉVÉA « CHANDELLE » (LAMP-BRUSH)

Chez l'Hévéa « chandelle » (fig. 16 *a*), connu des planteurs anglophones sous le nom de « lamp-brush », le rythme de croissance est aboli. Sur des segments d'axes pouvant atteindre plusieurs mètres de longueur, les feuilles ont des dimensions constantes (fig. 16 *b*), d'ailleurs nettement réduites par rapport aux plus grandes feuilles des Hévéas normaux; ces feuilles sont d'un vert sombre, et d'une texture coriace caractéristique; les entrenœuds sont également de longueur constante.

L'étude anatomique montre que le bois est dépourvu de stries d'accroissement (fig. 16 *a*), et que le nombre de manteaux laticifères est extrêmement réduit. Comme le méristème apical, le cambium fonctionne donc sans interruption.

La ramification étant, chez l'Hévéa, conditionnée par le rythme de croissance, les « chandelles » ne se ramifient pas; on en voit, de 5 mètres de hauteur, qui sont encore monocaules (fig. 17 *a* et *b*). On peut cependant, par décapitation, déterminer la mise en fonctionnement des méristèmes axillaires; l'anomalie ne semble pas se transmettre à ces derniers : d'après les quelques observations qui ont été faites, les rameaux latéraux ont une croissance rythmique normale.

L'anomalie est instable, et une « chandelle » peut, après plusieurs mètres de croissance continue, retrouver spontanément une croissance normale.

Contrairement à Ostendorf (1923), nous ne pensons pas que cette anomalie soit due à des conditions de croissance excessivement favorables. Nous donnerons, ci-dessous, notre interprétation du phénomène, fondée sur sa reproduction expérimentale.

IV. HYPOTHÈSES CONCERNANT LE MÉCANISME DE LA CROISSANCE RYTHMIQUE

Le principal problème posé par ce mode de croissance est celui du mécanisme de blocage de l'activité méristématique pendant le stade C et les 2/3 de la durée du stade D. La première hypothèse concernant ce mécanisme est due à Ostendorf (1933).

a) INSUFFISANCE DE LA VASCULARISATION AXIALE

Pour Ostendorf (1933), le blocage méristématique est dû à un déséquilibre entre la croissance de l'axe et la maturation de ses tissus vasculaires : au cours de la période d'élongation brutale (stade B), la différenciation vasculaire n'est pas assez rapide pour assurer au méristème apical la copieuse alimentation en eau nécessaire au maintien d'une activité mitotique élevée. Au stade C, l'eau ne suffit plus, et le méristème apical entre en vie ralentie; l'organogenèse s'arrête, ainsi que la production d'auxine, et l'élongation.

Au cours du stade D, la tige s'accroît en épaisseur, la différenciation vasculaire se réalise, le méristème se réhydrate, etc.



b

Fig. 17. — L'Hévéa à anomalie de croissance en « chandelles ».



Notons que BOND (1945), indépendamment de OSTENDORF, admet que la croissance rythmique du Théier est due à un déficit hydrique périodique au niveau de l'apex.

L'étude anatomique confirme que les seuls vaisseaux fonctionnels, au stade B, sont des vaisseaux primaires de fin diamètre, annelés ou spiralés. Cependant, en l'absence de données précises sur le débit de ces vaisseaux, et sur les exigences hydriques du méristème, l'étude anatomique ne permet pas de conclure.

Une objection s'impose, à l'encontre de l'hypothèse de OSTENDORF : s'il s'agit réellement d'une insuffisance de la vascularisation axiale, les jeunes feuilles devraient manquer d'eau comme le méristème apical, et en même temps que lui.

Mais on constate, au contraire, que l'arrêt du fonctionnement méristématique apical coïncide avec la phase la plus spectaculaire de la maturation foliaire (stade C). Cette maturation, qui implique essentiellement des élongations cellulaires, ne saurait s'effectuer sans eau.

Ceci nous amène à interpréter le blocage méristématique comme le résultat d'une compétition entre les feuilles et le méristème qui leur a donné naissance.

b) COMPÉTITION ENTRE LES FEUILLES ET LE MÉRISTÈME APICAL

Dans cette hypothèse, la vascularisation du jeune axe alimenterait en eau, alternativement, le méristème apical, puis les jeunes feuilles en maturation. Les phénomènes s'enchaîneraient de la façon suivante :

STADE A — Les feuilles, encore embryonnaires, attirent relativement peu d'eau; le méristème apical, largement alimenté, est très actif.

STADE B — La compétition commence à se faire sentir; les feuilles attirent de plus en plus d'eau, au détriment de l'apex dont l'activité diminue.

STADE C — La maturation foliaire requiert la totalité de l'eau disponible. Le méristème apical, sous-alimenté, s'arrête de fonctionner. Cette situation se maintient pendant les huit premiers jours du stade D.

DERNIERS JOURS DU STADE D. Les feuilles ont achevé leur maturation et leurs besoins en eau diminuent. L'alimentation hydrique de l'apex est de nouveau assurée, et l'activité mitotique reprend progressivement.

Cette hypothèse a été confirmée expérimentalement.

V. ABOLITION EXPÉRIMENTALE DU RYTHME DE CROISSANCE

Il est possible de limiter la consommation d'eau requise par la maturation des feuilles, en limitant la surface foliaire. Si chaque feuille est réduite environ des 2/3 de sa surface, la vascularisation axiale suffit pour alimenter en eau, à la fois, les jeunes feuilles et l'apex.

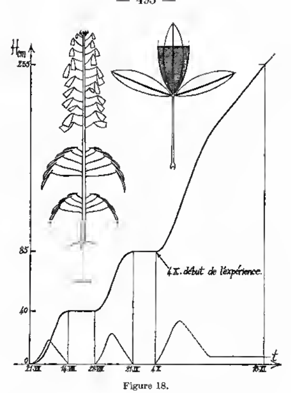


Figure 18.

Technique : Au stade B1, lorsque les jeunes feuilles ont environ 10 mm de longueur, on enlève les ébauches des deux folioles latérales. Pour conserver à la foliole médiane sa surface normale, il est nécessaire de la raccourcir régulièrement, jusqu'à la fin de sa maturation, sinon elle acquiert une surface triple de la normale et l'expérience échoue.

On répète la même opération à mesure qu'apparaissent de nouvelles feuilles; le latex, en coagulant sur les blessures, empêche toute nécrose.

Résultats : Dans ces conditions, on obtient la reproduction expérimentale de l'anomalie que nous avons décrite sous le nom de « chandelle »; le méristème apical fonctionne de façon lente, mais continue; l'allongement quotidien de l'axe est d'environ 2 cm. Les feuilles et les entrenœuds qui les séparent, sont de dimensions presques constantes (fig. 18)[1].

1. La réduction des 2/3 de la surface de chaque feuille n'entraîne pas une réduction des 2/3 de la surface foliaire totale. Au contraire, *du fait que toutes les feuilles se développent également*, la surface foliaire du pied en expérience est supérieure d'environ 50 % à celle de l'Hévéa normal. Les chiffres ci-dessous permettent de comparer, à

Ce résultat autorise un essai d'interprétation de l'anomalie « chandelle ». Nous avons vu que les feuilles de l'Hévéa « chandelle » sont nettement réduites par rapport aux plus grandes feuilles des Hévéas normaux. Peut-être s'agit-il d'une mutation qui empêche le plein développement des ébauches foliaires? La fréquence d'apparition des « chandelles » dans les plantations ne contredit pas cette hypothèse.

Guinier (1935) signale une mutation analogue chez le Sapin, *Abies alba.*

VI. ACTION DES FACTEURS EXTERNES SUR LE RYTHME DE CROISSANCE

Le rythme de croissance de l'Hévéa est de nature endogène; sa persistance dans des conditions externes constamment favorables en apporte la preuve.

Indépendant, *quant à son déterminisme,* des facteurs du milieu, ce rythme est sous la dépendance de ces facteurs *quant à ses modalités d'expression.* Il se trouvera bloqué si l'un des facteurs de l'environnement tombe au-dessous d'une valeur seuil; il se trouvera, au contraire, accéléré par un environnement devenant de plus en plus favorable.

a) BLOCAGE DE LA CROISSANCE; INFLUENCE DE LA SÉCHERESSE

Des observations effectuées à l'I.R.C.A. (Abidjan) pendant trois années consécutives ont permis de connaître l'influence des principaux facteurs du climat (pluviométrie, évaporation, insolation, température) sur le rythme de croissance.

Nous nous contenterons de résumer ici les résultats de cette étude (R. Martin, 1966) :

— Pendant la période considérée, les variations d'évaporation, d'insolation et de température n'ont pas influencé la croissance de façon sensible.

— La pluviométrie, par contre, est descendue saisonnièrement au-dessous d'un seuil, entraînant l'arrêt de la croissance. C'est un fait

longueurs d'axe égales, les surfaces foliaires de l'Hévéa « chandelle » et de l'Hévéa normal :

	Unité de croissance n° 1. Longueur 45,5 cm.	Unité de croissance n° 2. Longueur 52 cm.
Surface foliaire de l'Hévéa normal.	6.081 cm²	6.447 cm²
Surface foliaire de l'Hévéa « chandelle ».	8.896 cm² (augmentation de 45 %).	9.963 cm² (augmentation de 55 %).

bien connu des planteurs, que l'Hévéa ne pousse pas en saison sèche. Dans les conditions climatiques et pédologiques qui sont celles de l'I.R.C.A., le seuil de pluviométrie au-dessous duquel la croissance se trouve ralentie, voire arrêtée, est d'environ 95 mm d'eau par mois. Ceci correspond aux deux saisons sèches, décembre-janvier-février et août-septembre. Pendant la grande saison sèche, l'arbre se défeuille, au moins partiellement.

— Lorsque les conditions externes deviennent défavorables les cycles de croissance en cours s'achèvent, et les bourgeons restent au stade D pendant toute la mauvaise saison. Une propriété très générale des tissus ou organes en vie ralentie est de présenter une très grande résistance aux conditions défavorables (Heller, 1962).

— Après la saison sèche, l'arrivée des pluies détermine un premier cycle de croissance, qui est synchrone pour l'ensemble de la population. Chaque arbre possédant son rythme propre, les cycles ultérieurs deviennent progressivement asynchrones.

b) ACCÉLÉRATION DU RYTHME; INFLUENCE DE LA LUMIÈRE

Un accroissement de l'énergie lumineuse reçue par la plante entraîne une accélération du rythme. Ceci a été observé, chez le Cacaoyer, par Greenwood et Posnette (1950), et démontré expérimentalement, chez l'Hévéa, par Pekel (1962).

Expérience d'une durée de 20 semaines :

8 heures de lumière et 16 heures d'obscurité .... 8 cycles.
16 heures de lumière et 8 heures d'obscurité .... 16 cycles.

Un accroissement de l'énergie incidente, en accélérant la maturation foliaire, diminue la durée du blocage méristématique apical, donc la durée totale du cycle.

VII. CROISSANCE DES RACINES

La croissance aérienne de l'Hévéa étant fondamentalement rythmique, il nous a semblé intéressant de recbercher si la croissance souterraine présentait, ou non, le même caractére.

Techniques : Le premier dispositif utilisé est un tube de verre incliné, empli de terre, et protégé de la lumiére par un manchon amovible de papier opaque. Le jeune Hévéa y est implanté comme le montre la figure 19. Le pivot, ne pouvant croître verticalement, rampe sur le verre le long de la ligne de plus grande pente; il est donc possible de mesurer son allongement quotidien. Par cette méthode, 4 Hévéas ont été suivis, à partir de la graine, pendant la durée de 4 cycles de croissance aérienne (100 jours).

Une vérification a été faite en culture hydroponique, ce qui a permis

de suivre de façon directe, la croissance des racines, en particulier des racines latérales plagiotropes. Par cette méthode, 5 Hévéas ont été suivis, à partir de la graine, pendant la durée de 3 cycles de croissance aérienne (68 jours).

Résultats : La racine a une croissance continue (fig. 19); son méristème apical fonctionne sans interruption, quel que soit le stade de la croissance aérienne. Ceci reste vrai, pour le pivot comme pour les racines latérales, tant que les conditions externes restent favorables à la croissance.

Le bois, dans la racine, ne présente pas de stries d'accroissement : le cambium racinaire a donc un fonctionnement continu.

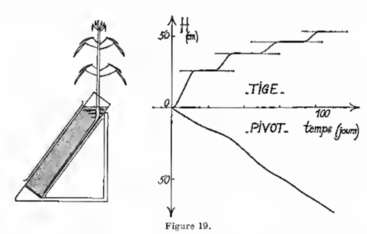


Figure 19.

VIII. COMPARAISON AVEC D'AUTRES RYTHMES DE CROISSANCE OBSERVÉS CHEZ LES VÉGÉTAUX

Nozeran et Bompar (1965) ont attiré l'attention sur les similitudes qui existent entre la croissance rythmique de *Cephalolaxus* et la croissance par « vagues » observée chez certains champignons et décrite par plusieurs auteurs dont Chevaugeon (1959) et Jerebzoff (1965). La ramification intense des hyphes, qui donne naissance aux « vagues » des cultures mycéliennes, a été comparée au fonctionnement d'un méristème de plante supérieure, tandis que l'allongement des hyphes, entre les vagues, était comparée à l'auxèse (Bitancourt et Rossetti, 1949).

Il est clair que de telles comparaisons peuvent être fructueuses; il semble cependant qu'il ne faille pas les pousser trop loin, les phénomènes de croissance rythmique, tels qu'ils se présentent chez les champignons (déterminisme monogénique du rythme, influence du milieu de culture, passage graduel d'un rythme exogène à un rythme endogène, etc. voir Jerebzoff, 1965) étant nettement distincts de ceux qui ont été étudiés ici.

C'est donc plutôt avec la croissance d'autres arbres, tropicaux et tempérés, que nous comparerons la croissance de l'Hévéa. Ce type de croissance rythmique (flushing) ne semble pas exister chez les herbes. Quelques genres, comme *Euphorbia* ou *Phyllanthus*, qui contiennent à la fois des arbres et des herbes, permettent de vérifier que des espèces ligneuses, présentant une croissance rythmique, voisinent avec des espèces annuelles qui n'en présentent pas.

a) ARBRES DES RÉGIONS TROPICALES

Chez les arbres tropicaux, la croissance rythmique est fréquente, et plusieurs travaux généraux ont été consacrés à cette question : KLEBS (1911-1912), QUETEL (1939), KWAN KORIBA (1958). L'alternance de phases de croissance et de dormance est « presque universelle parmi les plantes ligneuses, même sous les tropiques », d'après ROMBERGER (1963).

En Côte d'Ivoire, nous avons pu observer la croissance rythmique chez des Gymnospermes *(Podocarpus, Cycas)*, chez des Monocotylédones *(Dracæna* spp.*)* et chez de très nombreuses Dicotylédones appartenant à des familles variées, Méliacées : *Khaya ivorensis*, Euphorbiacées : *Spondianthus preussii*, Sterculiacées : *Chlamydocola chlamydantha*, Combretacées : *Terminalia superba*, Araliacées : *Cussonia bancoensis*, Cactacées, Lécythidacées, Ochnacées, etc. Parmi les arbres cultivés, autres que l'Hévéa, on trouve ce mode de croissance chez le Manguier (HOLDSWORTH, 1963; SCARRONE, 1964-1965-1966), le Cacaoyer (GREENWOOD et POSNETTE, 1950), les Citrus (REED et MAC DOUGAL, 1937; MARLOTH, 1949), *Cola nitida* et les autres Colatiers, le Théier (BOND, 1942-1945; WIGHT et BARUA, 1955).

Les auteurs qui décrivent des bourgeons, chez les arbres tropicaux, décrivent en fait l'une des manifestations de la croissance rythmique. Une étude récente des genres *Quercus*, *Lithocarpus*, *Castanopsis* et *Acer*, en Extrême-Orient tropical (LOROUGNON, 1966) en est un exemple, ainsi que le travail de POTTER (1890).

Chez tous les arbres que nous mentionnons ici la croissance s'effectue, *mutatis mutandi*, comme chez l'Hévéa. Nous signalerons cependant quelques exemples de variations :

— chez l'Hévéa et le Manguier, la croissance est d'emblée rythmique, et la germination correspond au premier cycle de croissance. Par contre, chez *Cussonia*, *Spondianthus*, *Lophira*, le rythme s'installe progressivement, après une phase plus ou moins longue de croissance ininterrompue.

— chez l'Hévéa, chaque cycle de morphogenèse donne naissance à des feuilles en nombre important (jusqu'à 30), donc variable. Chez d'autres espèces, ce nombre est beaucoup plus réduit, et pratiquement stable : 16 chez *Pentadesma butyracea* (Guttifères), 7 chez *Thea Sinensis* (Théacées) (BOND, 1942).

b) ARBRES DES RÉGIONS TEMPÉRÉES

Chez les arbres des régions tempérées et froides, des rythmes de croissance semblables à celui de l'Hévéa, mais accordés au rythme clima-

tique annuel, sont connus depuis longtemps. Les travaux les plus récents, à ce sujet, sont ceux de SACHER (1954) et de RUTTER (1957) sur divers Pins, de PARKE (1959) sur *Abies concolor*, de NOZERAN et BOMPAR (1965) sur divers *Cephalotaxus*, et surtout, de LAVARENNE-ALLARY (1965-1966) sur *Quercus*, *Fraxinus*, *Castanea* et *Fagus*. Ce dernier auteur démontre de façon rigoureuse le caractère endogène du rythme de croissance du chêne; l'ensemble de ses résultats nous amène à conclure à la complète identité de ce mode de croissance avec celui de l'Hévéa.

Le chêne, comme l'Hévéa, est un arbre à rythme de croissance endogène. L'Hévéa, vivant sous un climat presque continuellement favorable à sa croissance, exprime librement son rythme pendant toute l'année, sauf au fort de la saison sèche. Le chêne ne peut manifester ce rythme que pendant les quelques mois où les conditions externes sont favorables, et la brièveté de cette période (avril-septembre) n'autorise qu'un cycle de croissance par an, au moins chez l'adulte.

Les taillis de chêne, particulièrement vigoureux, permettent cependant d'observer plusieurs cycles de croissance par an : le premier a lieu normalement en avril, le deuxième intervient en juin et il est souvent le plus important (pousses de la Saint-Jean), le troisième — plus rare — est en août, et le quatrième — exceptionnel — en septembre. D'après BÜNNING (1956), une cinquième poussée pourrait encore avoir lieu; en fin d'automne, quelle que soit la vigueur de la plante, la diminution de la longueur du jour empêche le rythme interne de s'expliciter. La réalisation de plusieurs cycles de croissance par an s'accompagne d'un fonctionnement rythmique du cambium, qui se traduit par l'apparition, dans le bois, de plusieurs stries d'accroissement annuelles (GRUDZINSKAJA 1957, GUARD et POSTLETHWAIT 1959); nous avons retrouvé ceci chez l'Hévéa.

En maintenant artificiellement le jeune Chêne à une température constante de 27° C, LAVARENNE-ALLARY obtient une croissance rythmique, régulière et indéfinie. Par des méthodes comparables, KRAMER (1957) obtient le même résultat avec de jeunes Pins, ainsi que NOZERAN et BOMPAR (1965) avec des boutures d'axe plagiotrope de *Cephalotaxus drupacea* cultivées *in vitro*. BÜNNING (1956) rapporte des observations analogues faites sur un Hêtre introduit à Java; et de jeunes Chênes, introduits à Adiopodoumé (Côte d'Ivoire) ont le même comportement.

En augmentant la durée quotidienne d'éclairement (16 h) LAVARENNE-ALLARY accélère le rythme de jeunes Chênes maintenus en conditions « tropicales ». Le même résultat a été obtenu par PEKEL (1962) sur l'Hévéa.

Enfin, les observations faites par l'un de nous (M., 1966) sur les rejets de souche d'Hévéa viennent confirmer exactement celles de LAVARENNE-ALLARY sur les rejets de souche du Chêne : le méristème apical du rejet présente, corrélativement à une vigueur particulière, une particulière résistance à la dormance.

IX. CONCLUSIONS

Sur le plan pratique, la compréhension du rythme de croissance de l'Hévéa commande diverses améliorations des techniques culturales, et autorise certains projets pour des recherches ultérieures.

— Nous avons vu que, par l'intermédiaire du polymorphisme foliaire, le rythme apical commandait la localisation topographique de la ramification. Ceci devra être pris en considération dans le choix du greffon : il sera toujours préférable d'utiliser seulement les axillaires des feuilles assimilatrices de dimensions moyennes.

— On devra tenir compte, lors du greffage, de l'état dans lequel se trouve l'apex du porte-greffe. La soudure du greffon se faisant d'autant plus rapidement que le méristème apical est plus actif, le porte-greffe sera choisi en conséquence (Gener, 1966).

— Enfin, sachant que la production dépend dans une large mesure de la richesse de l'écorce en manteaux laticifères, et sachant que chaque manteau correspond à un cycle de croissance, peut-être pourrait-on établir une relation dès le jeune âge entre la production et la rapidité du rythme?

Sur le plan théorique, la principale conclusion de cette étude consiste en une interprétation nouvelle de la croissance rythmique de l'Hévéa : une compétition, pour l'alimentation hydrique, entre les feuilles et le méristème apical, est à l'origine du rythme.

Cette origine purement trophique n'empêche pas que le rythme ne soit accompagné de phénomènes de différenciation, particulièrement visibles au niveau des méristèmes axillaires (localisation des inflorescences aux aisselles des nectaires extra-floraux) et au niveau des tissus libériens (formation des manteaux laticifères).

L'apparition périodique d'un *bourgeon* véritable, dormant et clos, au sommet de l'axe aérien semble être le résultat essentiel de la croissance rythmique. Cette apparition, spontanée sous un climat presque constamment favorable, suggère que le bourgeon est peut-être une structure d'origine tropicale.

Favorisés par la sélection, les arbres des régions chaudes et humides ayant acquis, avec la croissance rythmique, la possibilité de protéger efficacement leurs méristèmes aériens, auraient pu s'implanter dans des régions à saison sèche ou à saison froide; un simple ajustement du rythme suffit alors pour faire coïncider, avec la saison défavorable, la période où les méristèmes sont à la fois dormants et entourés d'écailles protectrices.

Bibliographie

Bond, T. E. T. — Studies in the vegetative growth and anatomy of the Tea plant *(Camellia Thea* Link.*)* with special reference to the Phlœm — I, the flush shoot. Ann. Bot., N. S. **6** : 607-629 (1942).

— II, Further analysis of the flushing behaviour. Ann. Bot, N. S. **9** : 183-216 (1942).

BITANCOURT, A. A. et ROSSETTI, V. — Rev. Brasil Biologica **9**, **5** : 525-526 (1949).
BÜNNING, E. — Endogene Aktivitäts rhytmen. Handbuch der Pflanzenphysiologie. 11; 878-907-Springer-Verlag (1956).
— Entwicklungs und Bewegunsphysiologie der Pflanze. Springer-Verlag (1948).
CHEVAUGEON J. — La zonation du thalle, phénomène périodique autonome chez l'*Ascobolus immersus*. C. R. Acad. Sci. **248**, 9 : 1381-1384 (1959).
— Sur le déterminisme du rythme de croissance chez un mutant « vague » de l'*Ascobolus immersus*. C. R. Acad. Sci. **248**, 12 : 1841-1844 (1959).
DUBOIS, P. — Contribution à l'étude de la croissance par poussées successives chez *Hevea brasiliensis* Mull.-Arg. Agricultura, Louvain; 125-149 (1962).
FERRAND, M. — Phytotechnie de l'Hévéa *(Hevea brasiliensis)* Botanique. Amélioration. Culture et exploitation. Gembloux, et Paris. Maison Rustique (1944).
FREY-WYSSLING, A. — Uber die physiologische Bedeutung der extra-floralen Nektarien von *Hevea brasiliensis* Müll.-Arg. Ber. Schweiz. Bot. Ges. **42** (1933).
GENER, P. — Le greffage de l'Hévéa. Influence des stades de poussée foliaire du greffon et du porte-greffe sur la réussite du greffage. — Essai de mise en évidence de l'évolution de la concentration en A. I. A. dans les jeunes bourgeons d'Hévéa. Opuscule Technique, Service Agronomique de l'IRCA (1966).
GREENWOOD, M. and POSNETTE, A. F. — The growth flushes of Cacao. J. Hort. Sci. **25** : 164-174 (1950).
GRUDZINSKAJA, I. A. — Influence des pousses de la Saint-Jean sur la formation de faux anneaux annuels chez le chêne *(Quercus robur)*. Doklady. Akad. Nauk 115-392 (1957).
GUARD, A. T. et POSTLETHWAIT, S. N. — Relation of the formation of annual rings to multiples flushes of growth in several species of Quercus. Proc. Indian Acad. Sci. : 67-104 (1959).
GUINIER, PH. — Une curieuse mutation chez le Sapin *(Abies alba)* : les Sapins sans branches. C. R. Séances Soc. Biol. Nancy **119** : 863-864 (1935).
HELLER, R. — Cours de physiologie végétale. Deuxième partie : croissance et développement. Centre de Documentation Universitaire, Paris (1962).
HOLDSWORTH, M. — Intermitent growth of the Mango tree. J. West, Afr. Sci. Ass. **7**, 2 : 163-171 (1963).
HUBER, J. — Beitrag zur Kenntniss der periodisch Wachsthmserscheinungen bei *Hevea brasiliensis* Müll.-Arg. Botanisches Centralblatt **76** : 259-264 (1898).
JEREBZOFF, S. — Growth rythms. In : « The Fungi; an advanced treatise ». Ainsworth-Susaman, New York (1966).
KLEBS, G. — Über die rhytmik in der Entwicklung der Pflanzen. Heidelb. Akad. der Wiss., Math.-Nat. Kl. Sitzber. Abhandl. **23**, 84 pp. (1911).
— Über die periodischen Erscheinung tropischer Pflanzen. Biol. Centralbl. **32**: 257-285 (1912).
KOZLOWSKI, T. T. et CLAUSEN, J. J. — Shoot growth characteristics of heterophyllous woody plants. Can. J. Bot. **44** : 827-843 (1966).
KRAMER, P. J. — Some effects of various combinations of day and night temperatures and photoperiod on the height growth of loblolly pine seedlings. Forest. Sci. **3** : 45-55 (1957).
KWAN KORIBA. — On the periodicity of tree-growth in the tropics, with reference to the mode of branching, the leaf-fall, and the formation of the resting bud. Garden's Bull. Singapore **17**, **1** : 11-31 (1958).
LAVARENNE-ALLARY, S. — Recherches sur la croissance des bourgeons de chêne et de quelques autres espèces ligneuses. Ann. Sci. Forest. **22**, **1** : 1-203 (1965).
— Croissance rythmique de quelques espèces de chênes cultivées en chambres climatisées. C. R. Acad. Sci. **262**, 3 : 358-361 (1966).
LOROUGNON, G. — Recherches sur quelques representants tropicaux de groupes végétaux tempérés. Adansonia, sér. 2, **6**, 2 : 289-300 (1966).
MARLOTH, R. H. — *Citrus* growth studies, I. J. Hort. Sci. **25** : 50-59 (1949).
MARTIN, R. — Observations sur la croissance rythmique chez des jeunes plants d'Hévéa non ramifiés. Opuscule Technique, Service Agronomique de l'IRCA (1966).
NOZERAN, R. et BOMPAR, J. L. — Croissance rythmique chez les *Cephalotaxus*; l'in-

fluence du milieu extérieur sur ce phénomène. C. R. Acad. Sci., **260** : 6184-6187 (1965).

Ostendorf, F. W. — De groei van jonge Hevea-oculaties (The growth of young Hevea buddings). Wageningen (1933).

Parke, R. V. — Growth periodicity and the shoot tip of *Abies concolor*. Am. J. Bot. **46** : 110-118 (1959).

Parkin, J. — The extra-floral nectaries of *Hevea brasiliensis* Müll.-Arg. (The Para Rubber Tree), an example of Budscales serving as Nectaries. Ann. Bot. **18** : 217-226 (1964).

Pekel, A. — Fonctionnement du bourgeon et résistance à la sécheresse chez *Hevea brasiliensis* Müll.-Arg. Bull. Acad. Roy. Sc. Outre-Mer : 476-501 (1962).

Potter, C. — Observations on the protection of buds in the tropics. J. Linn. Soc. Bot. **28** : 343-352 (1891).

Quetel, R. — Contribution à l'étude de la périodicité annuelle chez les végétaux. Les rythmes de la croissance dans les régions tropicales. Rev. Gen. Bot. **51** : 33-52 (1939).

Reed, H. S. et Mac Dougal, D. T. — Periodicity in the growth of the young orange tree. Growth **1** : 371-373 (1937).

Rivals, P. — Essai sur la croissance des arbres et sur leurs systèmes de floraison (Application aux espèces fruitières). J. A. T. B. A. **12** : 655-686 (1965); **13** : 91-122 (1966); **14** : 67-102 (1967).

Romberger, J. A. — Meristems, growth, and development in woody plants. U. S. Dept. of Agric., Techn. Bull. n° 1293 : 1-214 (1963).

Rutter, A. J. — Studies in the growth of young plants of *Pinus sylvestris* L. I. The annual cycle of Assimilation and growth. Ann. Bot. **21** : 399-426 (1957).

Sacher, J. A. — Structure and seasonal activity of the shoot apices of *Pinus lambertiana* and *Pinus ponderosa*. Ann. J. Bot. **41** : 749-759 (1954).

Scarrone, F. — Pouvoir inhibiteur des feuilles de grande taille chez le Manguier (*Mangifera indica* L.). C. R. Acad. Sci. **259** : 4342-4345 (1964).

— Rôle respectif des rythmes endogènes et des facteurs climatiques dans la croissance du Manguier (*Mangifera indica* L.). C. R. Acad. Sci. **260** : 3469-3472 (1965).

— Pouvoir de croissance des bourgeons et influences foliaires sur les pousses de Manguier (*Mangifera indica* L.) en repos végétatif. C. R. Acad. Sci. **262** : 2344-2346 (1966).

Tepper, H. B. et Hollis, C. A. — Mitotic reactivation of the terminal bud and cambium of white Ash. Science **156**, n° 3782 : 1635 (1967).

Wight, W. et Barua, D. N. — The nature of dormancy in the tea plant. Jour. Exptl. Botany **6** : 1-5 (1955).

ADANSONIA, sér. 2, 8 (4) 1968.

ESPÈCES ET HYBRIDE NOUVEAUX D'*ALOES* DE MADAGASCAR

par J. BOSSER

Directeur de Recherches à l'ORSTOM

RÉSUMÉ : Description de 3 espèces nouvelles et d'un hybride naturel nouveau d'*Aloes* de Madagascar.

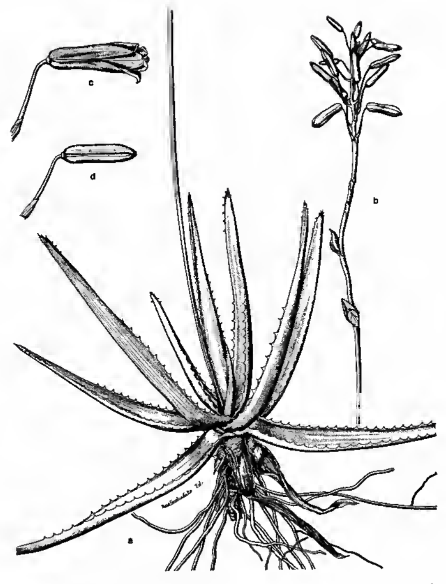
SUMMARY : Description of 3 new species and a new natural hybrid of *Aloes* from Madagascar.

Le premier travail d'ensemble sur les *Aloes* de Madagascar est dû à H. PERRIER DE LA BÂTHIE qui le fit paraître dans les Mémoires de la Société Linnéenne de Normandie en 1926. Jusque-là, un certain nombre d'espèces avait été décrit par BAKER, BERGER, DECORSE et DECARY. En 1937, parut une nouvelle mise au point quand fut publiée la famille des Liliacées, encore traitée par PERRIER, dans le cadre de la Flore de Madagascar du professeur H. HUMBERT. Plus près de nous, G. W. REYNOLDS, spécialiste sud-africain de ce genre, reprit, après un voyage à Madagascar, les bases, déjà excellentes fournies par les travaux de PERRIER, y ajouta un certain nombre d'espèces et apporta des vues nouvelles sur la conception de certaines autres. Il publia successivement une synthèse de ce genre en 1958 dans le Naturaliste malgache et en 1966, dans son livre sur les *Aloes* d'Afrique tropicale et de Madagascar, ouvrage magnifiquement illustré où il incluait les dernières découvertes.

Au cours de nos dernières missions à Madagascar, nous avons eu l'occasion d'observer sur le terrain et de récolter plusieurs espèces d'*Aloes*. Grâce aux travaux que nous venons de citer, qui constituent une documentation exceptionnelle, il nous a été relativement aisé d'étudier ce matériel, parmi lequel nous avons découvert les 3 espèces et l'hybride que nous décrivons ci-après.

Aloe Leandrii J. Bosser, *sp. nov.*

Carnosa, glabra, acaulis vel caule brevi, solitaria vel basi virgas novas emittens. Folia crassulescentia, 8-15, in rosula disposita, viridia, anguste lanceolata vel linearia, 14-25 cm longa, basi 1-2 cm lata, apice acuta vel obtusa, dentata; pagina superiore concava, inferiore intumescente rotundata, marginibus cartilagineis, angustis, dentatis, dentibus deltoideis 1-1,5 mm



Pl. 1. — **Aloe Leandrii** *sp. nov.* : **a**, un pied × ½ ; **b**, inflorescence × ½ ; **c**, fleur épanouie × 1 ; **d**, bouton floral × 1.

longis, 3,5-8 mm distantibus. Inflorescentia racemis solitariis, simplicibus, pedunculo gracili 70-85 cm longo, basi compresso, 3-6 mm lato, parte superiore bracteis 5-9 munito quarum 1 vel pluribus bulbillis in axilla munitis. Racemi breves, laxi, 5-10 cm longi, bracteis ovatis vel oblongis, 3-5 nerviis, 5-7 mm longis, manifeste pedicellis brevioribus; pedicellis gracilibus, basilaribus 1,5-2,5 cm longis. Flores lutei, 2,5-2,7 cm longi, subcylindrici leviter arcuati et trigoni, basi rotundato-obtusi, segmentibus externis ad apicem usque 1/3 in longitudinem liberis, apice obtusis paulo recurvatis, 5-nerviis; segmentibus internis latioribus, 3-nerviis, apice obtusis; staminibus in tubo inclusis, segmentibus paulo brevioribus; antheris 3-3,5 mm longis; ovario oblongo, 5-5,5 mm longo. Pl. 1.

Madagascar : Centre Est, route de Lakato, lisière de la forêt arbustive d'altitude (900-1 000 m) ou savoka à Philippia sur arène quartzeuse grossière, *J. Bosser 18550*, juin 1965, holotype P!

Cette espèce est bien distincte des autres *Aloes* connus de Madagascar. Les feuilles sont vertes ou vert glauque, à dents rose pâle ou blanches, assez molles; la marge cartilagineuse est étroite et soulignée d'un trait rosé. L'inflorescence est simple, à pédoncule grêle et long, qui finit par se coucher sur le sol. Le sommet de ce pédoncule porte des bractées un peu épaissies charnues atteignant 1,7 cm de long, ovées lancéolées, aiguës, carénées sur le dos, portant à leur aisselle une bulbille. Les bulbilles jeunes sont formées de 3 petites feuilles atteignant 3 cm de long, denticulées sur les bords. Les bulbilles de la base peuvent être distantes de 10-11 cm. Les fleurs sont en nombre variable, 5 à une vingtaine. Les pédicelles sont rougeâtres, dressés obliquement, à sommet courbé. Le bouton floral est rouge orangé à la base, vert à la pointe. La fleur épanouie est jaune à base un peu rouge orangé, le sommet des segments étant vert sur la carène. Les étamines sont à filet jaune soufre, anthère orangée; le style a la même longueur que les étamines.

Nous avons trouvé cette espèce en assez grande abondance sur des sables quartzeux sur la route de crête menant à Lakato. Nous n'avons observé aucune fructification. Les fleurs semblent se détacher assez tôt du pédicelle. Finalement le pédoncule floral se couche et les bulbilles s'enracinent directement. Le fait que nous n'ayons pu observer de fruit revêt pour cette espèce une importance particulière. Sa localisation géographique et l'écologie des stations un peu ombragée où elle vit font penser à un *Lomatophyllum*. L'hésitation était permise entre ces deux genres proches l'un de l'autre et qui ne se séparent bien que par les caractères du fruit. Si nous avons opté pour *Aloe*, c'est que l'ovaire de notre plante, allongé et oblong ressemble plus à ceux observés dans ce genre. Pour tous les *Lomatophyllums* observés, l'ovaire est plus petit et subsphérique. Il n'en demeure pas moins qu'un doute subsiste qui ne sera levé que lorsqu'un fruit pourra être étudié.

A Madagascar *Aloe bulbillifera* Perr., qui est une plante beaucoup plus robuste, à grande inflorescence ramifiée et *Lomatophyllum viviparum* Perr. développent aussi des bulbilles sur les hampes florales.

Aloe ericetorum J. Bosser, *sp. nov.*

Carnosa, acaulis, solitaria. Folia 15-20, crassulescentia, in rosula disposita, glauca, anguste lanceolata, 18-19 cm longa, basi 3,5-4,5 cm lata, pagina superiore paulo concava, apice obtusa, marginibus cartilaginaceis tenuissimis, dentatis, dentibus 1,5-2,5 mm longis modo pallido-luteis, 0,7-1 cm distantibus.

Inflorescentiæ erectæ, rigidæ, simplices vel ramis 1-2; 50-70 cm altæ. Pedunculus lateribus compressus, basi fere 1 cm latus, apice bracteis sterilibus 5-12, ovato-acutis, 5-nerviis, 8-13 mm longis, munitus. Inflorescentiæ densæ capitæ vel laxiores et racemiformes, cum axi longiore et usque 15 cm longo. Bracteæ florales membranaceæ ovato-acutæ, 3-5 nerviæ, concavæ, 8-10 mm longæ, pedicello breviores. Pedicellus gracilis, 1,5-3 cm longus. Flores lutei, multi, pendentes, basilaribus primum postea ad apicem racemi aperientibus, subcylindrici, super ovarium modice trigoni, basi rotundata, 3,5-3,7 cm longi; segmentis externis propter 2/3 vel 1/2 longitudinis parte superiore liberis, 5-nerviis, dorso rotundato carinato, apice obtuso paulo recurvo; segmentis internis latioribus, carinatis, 3-nerviis, marginibus membranaceis. Stamina exserta, antberis 4 mm longis; ovarium oblongum, 5-5,5 mm longum. Pl. 2.

Madagascar : Centre, Nord d'Andilamena, route de Mandritsara; Savoka à Philippia sur sable, *J. Bosser 17143*, juin 1963, holotype P!

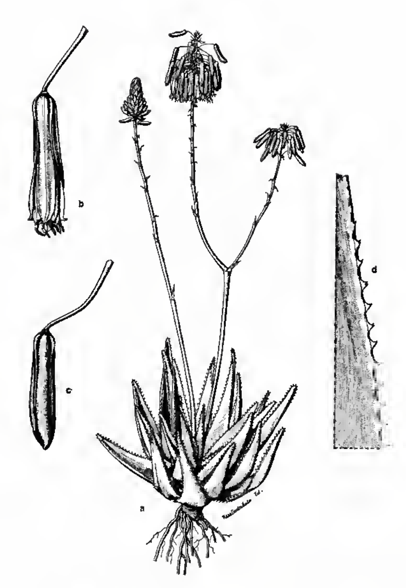
Plante qui rappelle par son allure *Aloe capitata* Bak., mais elle est plus grêle, à feuilles plus courtes et surtout les fleurs s'ouvrent normalement à partir de la base et non à partir du sommet de l'inflorescence comme pour *A. capitata.* Elle a aussi des analogies avec *Aloe trachyticola* (H. Perr.) Reyn., mais les feuilles sont différentes, plus nombreuses, les fleurs plus longues, les pédicelles plus allongés. L'ensemble de ces caractères confèrent à la plante une allure nettement différente.

Les feuilles sont glauques (à un fort grossissement, elles paraissent vert sombre, densément ponctuées de blanc), à rebord cartilagineux très mince ou absent, rougeâtre, les dents étant le plus souvent jaune pâle. Les inflorescences sont capitées et denses ou à axe plus allongé portant des fleurs plus espacées au-dessus de la zone basale où elles restent densément groupées. Les boutons floraux sont plus souvent teintés de rouge orangé, la fleur épanouie étant entièrement jaune. Les anthères sont oranges, dépassant la corolle de 2-3 mm; le style est de même longueur que la corolle ou un peu exsert.

Cette espèce n'est jusqu'à présent connue que de sa station d'origine. Aucune autre espèce d'*Aloe* n'existait dans son environnement.

Aloe erythrophylla J. Bosser, *sp. nov.*

Carnosa, acaulis vel caule brevi, solitario. Folia 6-8, in rosula disposita, fusco-rubra, vel interioribus viridibus et rubro tinctis, crassa, lanceolata vel linearia, apice angustata, acuminata, recurva, 10-17 cm longa, 2-4 cm



Pl. 2. — **Aloe ericetorum** *sp. nov.* : **a**, un pied × 1/5 ; **b**, fleur épanouie × 1 ; **c**, bouton florae × 3/2 ; **d**, détail de la marge d'une feuille.

lata, pagina superiore leviter concava, marginibus cartilagineis angustatis dentatis, dentibus acriter rubris, 1-1,5 mm altis, 4-6 mm distantibus.

Inflorescentiæ erectæ, 15-40 cm altæ, racemis simplicibus vel basi semel ramosis, pedunculo paulo compresso, basi 3-6 mm lato, apice bracteas 3-6 steriles, ovato-acutas, 6-8 mm longas, 5-7 nervias gerente. Racemi laxi, pyramidales, 6-20 cm longi, 20-pluriflori, alabastris erectis, floribus basilaribus pendentibus; bracteis florum ovatis subacutis, 5-9-nerviis, 6-9 mm longis, pedicellis brevioribus; pedicellis gracilibus, 7-12 mm longis. Flos acriter ruber subcylindricus, rectus vel paulo curvus, basi rotundatus, paulo super ovarium compressus, 2-2,5 cm longus; segmentis externis in 1/3 superiore liberis, apice obtusis paulo recurvis, 5-nerviis; segmentis interioribus carinatis, 3-5 nerviis, marginibus membranaceis tenuibus, apice obtuso. Stamina baud exserta flore æquilonga; antheræ 2,5-3 mm longæ; ovarium oblongum apice truncatum, 5 mm longum. Pl. 3.

MADAGASCAR : Centre; rocailles de quartzites, Ambatomenaloha, Itremo, *J. Bosser 19583*, avril 1964, HOLOTYPE P!

Montagnes à l'ouest d'Itremo (ouest Betsileo), bois des pentes occidentales sur gneiss et quartzites, *H. Humbert 28301*, 18-22 avril 1955; quartzites, Itremo, *J. Bosser 19703*.

Espèce caractérisée par ses feuilles devenant rouge sombre. Distincte de *Aloe itremensis* Reyn. croissant dans les mêmes stations, avec lequel on pourrait de prime abord le confondre, par son inflorescence moins élevée, ses feuilles moins nombreuses, la forme de ses fleurs arrondies à la base et un peu comprimées au-dessus de l'ovaire, ses bractées florales ovées, 5-9-nervées (elles sont étroites, lancéolées, 1-3-nervées chez *A. itremensis*.) Les boutons floraux sont rouges, teintés de vert au sommet. Les fleurs épanouies sont rouge vif, à sommet des segments un peu récurvé, blanchâtre, teinté de vert sur la carène. Les étamines externes ont des filets plus larges à la base et des anthères un peu plus grosses, elles restent incluses dans le tube de la corolle. Le style a la même longueur que la corolle ou la dépasse légèrement.

Cette plante semble assez commune par endroits dans la chaîne de quartzite d'Ambatomenaloha à l'ouest d'Itremo. Nous l'avons toujours rencontrée sous forme de pieds isolés.

x Aloe imerinensis J. Bosser, *hybr. nov.*

Parentibus *A. capitata* Bak. var. *capitata* cum *A. macroclada* Bak.

Carnosa, acaulis, solitaria; folia circ. 25, in rosula disposita, viridia, lanceolata, 60-70 cm longa, 8-10 cm lata, marginibus cartilagineis angustis subrubris, dentatis, dentibus 2-2,5 mm altis, subrubris vel flammeo-rubris, 7-20 mm distantibus.

Inflorescentiæ erectæ, 1,50 m altæ, axi semel ramoso. Racemus multiflorus in ambitu cylindricus, densus, 25 cm longus, 7-8 cm in diam.; bracteis florum laxe ovato-acutis, trinerviis, albis, 6-7 mm longis, pedicellis æqui-



Pl. 3. — A gauche : **x Aloa imerinensis** J. Bosser, avec à l'arrière-plan un des parents, **A. capitata** Bak.; à droite : **Aloe erythrophylla** J. Bosser.

longis vel paulo brevioribus. Flores lutei, 2-2,3 cm longi, singuli vicissim ab apice racemi ad hujus imam partem dehiscentes; segmenta externa usque ad basim libera, 5-nervia, obtusa; segmenta interiora trinervia, carinata; antheræ manifeste exsertæ, 5-5,5 mm longæ; ovarium oblongum 6-7 mm altum. Pl. 3.

Madagascar : Centre, environs de Tananarive, station de pisciculture de la Sisaony, Kilom. 22 Route d'Antsirabe, chaîne rocheuse dominant la station, *J. Bosser 17043*, juin 1963, holotype P!

Les *Aloes*, qui s'hybrident facilement dans les jardins botaniques où ils sont rassemblés, le font plus rarement dans la nature, car, d'une part peu d'espèces cohabitent sur une même station et d'autre part les individus sont en général isolés. Les hybrides naturels sûrs ne sont donc pas légion mais celui que nous décrivons est très caractéristique.

Les parents sont des plantes relativement communes dans les chaînes rocheuses avoisinant Tananarive.

Aloe capitata est caractérisé par ses inflorescences en têtes globuleuses denses, où l'ouverture des fleurs se fait du sommet vers la base. Elle est la seule espèce à avoir cette particularité. *Aloe macroclada* est une plante plus robuste à grande rosette de feuilles vert glauque. L'inflorescence peut atteindre 2,50 m de hauteur, les fleurs étant groupées en grappe cylindrique dense de 60-75 cm de long. Chez l'hybride, la rosette de grandes feuilles, la grappe cylindrique allongée sont des caractères de *A. macroclada*, l'ouverture des fleurs du haut vers le bas de l'inflorescence, la couleur de ses fleurs, l'inflorescence ramifiée sont des caractères d'*Aloe capitata*. Dans son travail Reynolds signale un hybride entre *Aloe capitata* Bak. var. *quartzilicola* Perr. et *Aloe macroclada* Bak., observé par lui dans la nature, qui a des caractères très différents de celui que nous décrivons.

Bibliographie

Perrier de la Bathie, H. — Les *Lomatophyllums* et les *Aloes* de Madagascar, Mém. Soc. Linn. Normand. **1**, 1 : 3-59 (1926).

— Liliacées in Humbert H., Flore de Madagascar, 40e famille, 1 vol. (1938).

Rauh, W. — Bemerkenswerte Sukkulenten aus Madagascar, Die *Aloe*-Arten Madagascars, Kakteen 16 (1965) et **17** (1966).

Reynolds, G. W. — Les *Aloes* de Madagascar, Nat., Malg. **10**, 1 vol., 156 p. (1958).

— The *Aloes* of tropical Africa and Madagascar, 1 vol., 537 p. (1966).

Adansonia, sér. 2, 8 (4) 1968.

NOTE SUR LES GRAMINÉES DE MADAGASCAR - VII

par J. Bosser

Directeur de Recherches à l'ORSTOM

Résumé : La position systématique des espèces rapportées à Madagascar au genre *Miscanthidium* est discutée et l'auteur conclut qu'il est préférable de les placer dans le genre endémique *Lasiorrhachis*, ce qui conduit à élargir quelque peu la diagnose de ce genre.

Quelques autres combinaisons nouvelles sont proposées; en particulier *Craspedorachis Perrieri* A. Cam. est rapporté au genre *Dinebra* jusqu'alors monospécifique.

Description d'espèces nouvelles appartenant aux genres *Digitaria*, *Eragrostis*, *Andropogon*.

Summary : The position of the grass species from Madagascar, included in the genus *Miscanthidium*, is discussed. The author is of opinion that they are best placed in the endemic genus *Lasiorrhachis*, of which the diagnosis must be enlarged.

Some new combinations are proposed, in particular *Craspedorachis Perrieri* A. Cam. is placed in the genus *Dinebra*.

New species of *Digitaria*, *Eragrostis*, *Andropogon* are described.

A. POSITION DES *MISCANTHIDIUM* MALGACHES

En 1929, M[lle] Camus décrivait deux grandes graminées cespiteuses du Centre de Madagascar qu'elle plaçait dans le genre *Erianthus (E. Perrieri* et *E. Viguieri)*. Elle reconnaissait déjà, à l'époque, que ces plantes, par leur allure, différaient des *Erianthus* connus jusqu'alors. En 1959, elle fit paraître une note où elle rapportait ces deux espèces au genre *Miscanthidium* et où elle décrivait aussi une nouvelle espèce : *M. antsirabense*.

Nous avons repris l'examen de ces plantes. Les épillets sont géminés, l'un étant sessile et l'autre pédicellé. L'épillet pédicellé paraît identique à l'épillet sessile, mais en fait, s'il est assez souvent aristé, sa fleur supérieure est seulement ♂ et non ☿. Elle peut être aussi stérile et vide et l'épillet est alors plus ou moins réduit. On ne peut donc assimiler ces plantes ni à des *Erianthus* qui ont des épillets homogames, ni à des *Miscanthidium* qui ont des épillets tous pédicellés et homogames; ces deux genres faisant partie de la sous-tribu des *Saccharineæ*.

Nous pensons que ces espèces malgaches ont plus d'affinités avec les *Sorghineæ* où elles se situent près des genres *Sorghum* et *Sorghastrum*, et, à première vue, il semble qu'on ne puisse les faire entrer, de manière satisfaisante, dans aucun genre connu. Il existe cependant à Madagascar

un genre endémique, *Lasiorrhachis*, créé par Stapf en 1933, qui ne comprend qu'une espèce curieuse : *L. Hildebrandtii* (Hack.) Stapf. Chez cette plante, les caractères de l'épillet pédicellé sont très variables. Sur certains échantillons, il est identique par la forme et le sexe à l'épillet sessile, sur d'autres, il est seulement mâle et peut être stérile et très réduit. Dans l'épillet sessile, la lemma de la fleur supérieure, qui est décrite comme étant bilobée au sommet et brièvement aristée dans le sinus, peut être faiblement bilobulée ou entière, mucronée ou mutique. Elle a en général 3 nervures, la nervure médiane prolongée en une arête qui est toujours courte et peu différenciée. Mais cette nervure n'atteint pas toujours le sommet de la lemma et peut même être absente; dans ce cas l'arête n'est pas développée.

En fin de compte, les plantes malgaches rangées dans le genre *Miscanthidium* ont les mêmes caractères que les échantillons de *Lasiorrhachis* dont les épillets pédicellés sont ♂ ou vides et dont la lemma de la fleur fertile de l'épillet sessile est bilobée au sommet et munie d'une arête dans le sinus. La seule différence vient de ce que l'arête, dans le genre *Lasiorrhachis*, est simple et droite, alors qu'elle est différenciée en une colonne torsadée et une subule scabérule chez les autres plantes. Il faut de plus remarquer que les lodicules des *Lasiorrhachis* sont le plus souvent pileux au sommet, mais qu'ils peuvent être, sur certains échantillons, glabres ou presque glabres. Chez *Miscanthidium Perrieri* ils sont pileux, chez *M. Viguieri* ils sont pileux ou glabres. Les liens qui rapprochent ces différentes plantes ne font pas de doute. La présence d'une arête bien différenciée chez certaines ne nous paraît pas être un caractère suffisant pour les distinguer des *Lasiorrhachis* sur le plan générique. Ce genre est basé sur une espèce : *L. Hildebrandtii* (Hack.) Stapf, chez laquelle des caractères importants : nature de l'épillet pédicellé, aristation de la lemma de la fleur supérieure, sont variables. Cette espèce apparaît comme étant en voie de différenciation, la forme primitive étant celle à épillets homogames.

Ceci étant, nous proposons de rapporter les espèces jusqu'ici placées, à Madagascar, dans le genre *Miscanthidium*, au genre *Lasiorrhachis;* ce qui nous conduit à élargir quelque peu la diagnose qu'en donnait Stapf.

LASIORRHACHIS Stapf, emend. J. Bosser

Characteribus diagnosis archetypæ in hoc mutatis : spicula pedicellata ♂ vel sterilis, nonnunquam imminuta, rarius ☿ et spiculæ sessili similis. Floris superioris lemma, in spicula sessili et nonnunquam in spicula pedicellata, apice bilobata in sinu aristata, in arista columna subula quoque discretis vel arista simplici recta; rarius apice mutico integro. Lodiculæ glabræ vel pilosæ.

Ce genre comprend les espèces suivantes :

L. Hildebrandtii (Hack.) Stapf, Hook. Ic., Pl., T. 3124 (1933).

Andropogon Hildebrandtii Hack., Flora **28** : 142 (1885).

L. Perrieri (A. Cam.) J. Bosser, *comb. nov.*

Erianthus Perrieri A. Cam., Bull. Soc. Bot. Fr. **71**, 9-10 : 1182 (1924).
Miscanthidium Perrieri (A. Cam.) A. Cam., Bull. Soc. Bot. Fr. **106**, 7-8 : 339 (1959).

L. Viguieri (A. Cam.) J. Bosser, *comb. nov.*

Erianthus Viguieri A. Cam., Bull. Soc. Bot. Fr. **71**, 9-10 : 1182 (1924).
Miscanthidium Viguieri A. Cam., Bull. Soc. Bot. Fr. **106**, 7-8 : 339 (1959).
Miscanthidium antsirabense A. Cam., Bull. Soc. Bot. Fr. **106**, 7-8 : 338 (1959). *syn. nov.*

B. PRÉSENCE A MADAGASCAR DU GENRE *DINEBRA*; COMBINAISONS NOUVELLES

Dinebra Perrieri (A. Cam.) J. Bosser, *comb. nov.*

Craspedorachis Perrieri A. Cam., Not. Syst. **15**, 2 : 134 (1956).

Dans sa description du *Craspedorachis Perrieri*, Mlle Camus précisait que l'épillet était biflore. Nous avons eu à notre disposition un matériel plus important et il s'avère que le nombre de fleurs de l'épillet varie de 2 à 5. Il devient alors difficile de garder cette espèce dans le genre *Craspedorachis* dont un des caractères importants est d'avoir des épillets uniflores, à axe de la rachéole non prolongé après la fleur. Les caractères de la plante concordent bien avec ceux du genre *Dinebra* Jacq. qui peuvent être définis comme suit :

Herbes annuelles, à feuilles linéaires rubanées et à ligule membraneuse. Inflorescences formées d'épis dorsi-ventraux échelonnés le long d'un axe; rachis des épis rigides, ceux de la base réfractés à maturité. Épillets pluriflores sessiles, bisériés sur une face de l'axe du rachis; rachéole prolongée après la dernière fleur; glumes subégales, grandes, déterminant la taille de l'épillet et englobant les fleurs, membraneuses ou coriaces, carénées, 1-3 nervées, lancéolées aiguës ou subulées au sommet, l'inférieure asymétrique à la base; 2-5 fleurs, les inférieures ☿ et fertiles, les supérieures réduites; lemmas membraneuses 1-3 nerviées, pileuses lâchement sur les nervures, obtuses au sommet; paléas un peu plus petites, bicarénées et déprimées sur le dos; étamines 3; lodicules 2.

Ce genre ne comprenait qu'une seule espèce, *D. retroflexa* (Vahl) Panzer, herbe africaine, dont l'aire s'étend jusqu'aux Indes et jusqu'à présent non récoltée à Madagascar. Il est intéressant de pouvoir lui adjoindre cette endémique malgache, qui en est nettement distincte par ses longs épis atteignant 10-15 cm de long, ses glumes étroitement lancéolées, épaisses et coriaces, aiguës au sommet mais non subulées ni acuminées.

C'est une plante des fourrés xérophiles du S.-O. et de la forêt semi-

décidue à sous-bois clair. On la trouve aussi sur des alluvions sableuses ou calcaires où elle peut devenir une adventice dans les cultures.

Rhytachne cæspitosa (Bak.) J. Bosser, *comb. nov.*

Rottbœllia cæspitosa Bak., Journ. Linn. Soc. **22** : 533 (1887).

Cette espèce rappelle *Rhytachne rottbœllioides* Desv. mais s'en distingue par des racèmes plus robustes et plus rigides; les glumes inférieures des épillets sessiles sont parfois presque lisses, seulement mamelonnées vers les marges, parfois grossièrement crêtées transversalement, les feuilles sont raides, étroitement filiformes.

Agrostis emirnensis (Bak.) J. Bosser, *comb. nov.*

Deyeuxia emirnensis Bak., Journ. Linn. Soc. **22** : 533 (1887).
Calamagrostis emirnensis (Bak.) Dur. et Schinz, Consp. Fl. Afr. **5** : 831 (1894).

Le callus de la fleur est muni de longs poils fins qui n'atteignent pas, en général, la longueur de la lemma. Malgré ce caractère, nous pensons que cette plante est mieux à sa place dans le genre *Agrostis* dont elle possède tous les traits. Le genre *Calamagrostis* n'a donc, jusqu'à présent, aucun représentant dans la flore malgache.

Dactyloctenium ctenoides (Steud.) Lorch ex J. Bosser, *comb. nov.*

Chloris ctenoides Steud., Syn. Pl. Glum. **1** : 423 (1885).

Lorch avait fait cette combinaison dans l'herbier de Madagascar, mais à notre connaissance elle n'a pas été publiée. Il s'agit d'une espèce très affine de *Dactyloctenium ægyptium* (Linn.) P. Beauv. Ces plantes se distinguent essentiellement par le caryopse. Il est ponctué verruqueux chez *D. ctenoides*, grossièrement ridé transversalement chez *D. ægyptium*.

C. ESPÈCES NOUVELLES DES GENRES *DIGITARIA, ERAGROSTIS, ANDROPOGON*

Digitaria fulva J. Bosser, *sp. nov.*

Gramen perenne, rhizomatosum. Culmi erecti, simplices, graciles, 2-3-nodes, 20-50 cm alti. Foliorum vaginæ striatæ, glabræ vel pilosæ. Laminæ lineares planæ, 5-20 cm longæ, 1-3,5 mm latæ, glabræ, basi longæ pilosæ; ligulæ membranaceæ, 0,5-2,5 mm longæ, glabræ, apice ciliolatæ. Racemi 2-4, subdigitati, erecti, sessiles, 2,5-9 cm longi, graciles; pedicelli 3-5-nati, valde inæquales, 0,3-0,4 mm longi, scaberuli. Spiculæ pilosæ, 2,8-3,2 mm longæ, 0,8-1 mm latæ, lanceolatæ vel oblongæ, apice acutæ vel subapiculatæ; gluma inferior hyalina, minuta, glabra vel pilosa, enervia, apice truncata vel rotundata, 0,2-0,3 mm longa; gluma superior lanceolata, 1,8-2,4 mm longa, 5-nervia, membranacea, inter nervos et versus margines pilis fulvis

prædita. Anthœcium inferum ad lemma oblongum, subapiculatum, membranaceum, 7-nervium, inter nervos laterales et ad margines apprese pilosum redactum. Anthœcium superum ☿; lemma tenuiter chartaceum, lanceolatum, subapiculatum, brunneum, læve, obscure longitudinaliter striatum; palea chartacea, brunnea, lemmati æquilonga. Antheræ 3, 1,3-1,7 mm longa.

Madagascar : Massif de l'Ankaratra, alt. 2 200-2 300 m, route Ambatolampy-Faratsiho, prairie altimontaine : *J. Bosser 18862*, fév. 1964, holotype P!; isotype TAN!

Au-dessus de la station forestière de Manjakatompo, alt. 2 200 m, bord de ruisseau, prairie altimontaine : *J. Bosser 15235*, mars 1961; Mt Tsiafajavona, alt. 2 500 m, prairie altimontaine à *Pentaschistis Perrieri* : *J. Bosser 10856*, fév. 1957; Route Ambatolampy-Faratsiho, alt. 2 400 m, suintement de nappe phréatique sur pente : *J. Bosser 10821*, fév. 1957.

Cette espèce fait partie de la section *Calvulæ* (Stapf) Henr. du sous-genre *Eu-Digitaria*. C'est une plante pérenne, cespiteuse, mais donnant des touffes assez diffuses, à rhizomes grêles, couverts, quand ils sont jeunes, de gaines scarieuses, striées nervées; ces gaines pouvant ultérieurement se désagréger. Les feuilles sont surtout basales. Mais certains échantillons, croissant dans une végétation dense, n'ont pratiquement que des feuilles caulinaires. Ces plantes ont alors des chaumes grêles, qui peuvent atteindre 1 m de longueur, à 4-5 nœuds, à entre-nœuds longs. Les nœuds sont glabres, les chaumes étant, le plus souvent, lâchement pileux sous l'inflorescence. Les feuilles, souvent teintées de rose violacé, sont à limbes plans, glabres et munis à la base, derrière la ligule, de poils longs, sétacés, assez fournis, ou plus rarement pileux face inférieure. Les marges sont lisses ou très finement scabérules. L'inflorescence est formée de 2-4 racèmes subdigités sur un axe ayant au plus 2,5 cm de long. Certains chaumes dépaupérés peuvent, exceptionnellement, n'avoir qu'un seul racème. Les racèmes sont normalement sessiles, mais ils peuvent paraître pédonculés par suite de l'avortement des groupes d'épillets inférieurs, dont on décèle cependant toujours des vestiges. L'axe de ces racèmes est grêle, aplati (0,3-0,7 mm de large), glabre, à marges scabérules ou presque lisses, souvent teinté de rose violacé comme les épillets eux-mêmes. Dans la partie moyenne des racèmes, les épillets sont fasciculés par 3 ou 5, mais dans bien des cas, certains d'entre eux avortent et les épillets paraissent alors être géminés voire solitaires, mais on observe le plus souvent des traces des épillets avortés à la base des pédicelles.

La glume inférieure est très réduite, hyaline, sans nervure, tantôt glabre, tantôt munie de poils fauves ou roux plus ou moins abondants. La glume supérieure atteint les 2/3 ou les 3/4 de la longueur de l'épillet; elle est 5-nervée et porte des poils roux ou fauves apprimés entre les nervures et le long des marges. La lemma de la fleur inférieure est aussi longue que l'épillet ou, assez souvent, un peu plus courte, laissant voir l'apicule de la fleur supérieure. Elle porte les mêmes poils fauves ou roux,

apprimés le long des marges et entre les nervures latérales, l'espace entre la nervure médiane et les deux premières nervures latérales restant glabre. Ces poils ne dépassent que peu le sommet de l'épillet.

Digitaria madagascariensis J. Bosser, *sp. nov.*

Gramen perenne, rhizomatosum. Culmi erecti vel adscendentes, graciles, simplices, 45-80 cm alti, 2-4-nodes. Foliorum vaginæ striatæ, inferiores hirsutæ, superiores glabræ. Laminæ lineares, planæ, 6-20 cm longæ, 1,5-3,5 mm latæ, inferiores pilosæ, superiores glabræ vel basi longe pilosæ; ligulæ membranaceæ, glabræ, 1-2 mm longæ. Racemi 1-4, subdigitati, erecti, sessiles, graciles, 4-15 cm longi; pedicelli 3-5-nati, valde inæquales, 0,3-4 mm longi, scaberuli. Spiculæ lanceolatæ vel ellipticæ, 2,2-2,5 mm longæ, 0,7-0,9 mm latæ, pilosæ, apice acute vel minute apiculatæ; gluma inferior hyalina, enervia, glabra vel pilosa, apice truncata vel rotundata, 0,2-0,3 mm longa; gluma superior membranacea, lanceolata, 1,7-2 mm longa, 3-5 nervia, inter nervos et versus margines pilis flavis prædita. Anthœcium inferum spiculæ æquilongum, ad lemma lanceolatum vel ellipticum, membranaceum, 7-nervium, inter nervos laterales et ad margines appresse pilosum redactum. Anthœcium superum ☿, lemma tenuiter chartaceum, castaneum vel altro-brunneum, obscure longitudinaliter striatum; palea chartacea lemmati æquilonga. Antheræ 3, 1-1,2 mm longæ.

Madagascar : Massif de l'Ankaratra, au-dessus de la station forestière de Manjakatompo, prairie altimontaine, alt. 2 200 m : *J. Bosser 10824*, fév. 1957, holotype P!; isotype TAN!

Bas-fond marécageux, environs d'Ambatolampy : *J. Bosser 5055*, fév. 1953; prairie marécageuse sur alluvions récentes, alt. 1500 m, Ambohimandroso (district d'Ambatolampy) : *J. Bosser 8883*, déc. 1955; Massif de l'Ankaratra, route Ambatolampy-Faratsiho, alt. 1 800 m, prairie altimontaine à *Loudetia madagascariensis* : *J. Bosser 10833*, 1957.

C'est aussi une espèce de la section *Calvulæ* (Stapf) Henr., voisine de l'espèce précédente dont elle se distingue par les épillets plus petits, à glume supérieure plus longue par rapport à la longueur des épillets, à anthères plus courtes, à pilosité jaune pâle et non fauve ou rousse. Le port est semblable, les chaumes sont glabres, grêles, à nœuds glabres; mais ils peuvent être aussi lâchement pileux sous l'inflorescence. Les limbes, terminés en pointe fine, sétacée, sont pileux ou glabres et munis de longs poils derrière la ligule, celle-ci semblant être toujours glabre et non ciliolée au sommet comme chez la précédente espèce. Les racèmes sont parfois solitaires mais plus souvent au nombre de 2-3. Leur axe est grêle, aplati, de 0,7-0,8 mm de large, glabre et à marges scabérules, ou lâchement et assez longuement pileux. Dans la partie moyenne des racèmes, les pédicelles sont groupés par 3-5. Ils sont scabérules et peuvent aussi porter de longs poils sétacés. A la base des racèmes, 1 ou 2 racèmules secondaires peuvent exister. L'avortement des épillets, s'il est parfois

noté, n'est pas fréquent et n'atteint pas les proportions relevées chez l'espèce précédente.

Les épillets sont parfois teintés de violacé; la glume inférieure est petite, hyaline, glabre ou pileuse; la glume supérieure atteint les 4/5 de la longueur de l'épillet ou peut même être aussi longue que lui, elle est munie de poils jaune pâle ou roux très clair, apprimés entre les nervures et le long des marges. La lemma de la fleur inférieure est aussi longue que l'épillet ou un peu plus courte, laissant voir le sommet de la fleur fertile. Elle porte les mêmes poils que la glume supérieure entre les nervures latérales et le long des marges, l'espace entre la nervure médiane et les deux premières nervures latérales restant glabre. Ces poils dépassent peu le sommet des épillets. Certains épillets, parasités par un insecte, ont un aspect anormal. Ils sont plus grands, plus lancéolés, la fleur supérieure est plus allongée, ce qui fait paraître la glume supérieure proportionnellement plus courte. De plus les poils au lieu d'être apprimés sont dressés, rendant l'épillet hirsute. En général, les épillets d'une inflorescence ne sont pas tous parasités et on peut observer des formes normales.

Les exigences écologiques de cette plante sont voisines de celles de l'espèce précédente. Elle est cependant plus fréquente et on la trouve à plus basse altitude où elle occupe alors des stations plus humides.

Eragrostis Chabouisii J. Bosser, *sp. nov.*

Gramen anuum, gracile. Culmi erecti vel adscendentes, glabri, 10-40 cm alti, supra basin ramosi vel simplices. Foliorum vaginæ striatæ, inferiores pilosæ, superiores glabræ vel apice pilosæ. Laminæ lineares, planæ vel involutæ, 2,5-3,5 mm longæ, 1-2 mm latæ, glabræ; ligulæ ad seriem pilorum longorum redactæ. Panicula oblonga, laxa, 7-17 cm longa, 1,5-3 cm lata; rami adscendentes, solitarii vel subverticillati, capillares, 1,5-3 cm longi; pedicelli 0,8-3 mm longi, scaberuli, rigidi. Spiculæ floribus 2-3, laxe imbricatis, 2-3 mm longæ, 0,8-1,2 mm latæ, glabræ, purpureo-variegatæ, lateraliter paulo compressæ; rachilla cum paleis persistens. Glumæ 2, ovato-lanceolatæ, apice acutæ, uninerves, carina scaberula, inferior 1 mm longa, superior 1,1-1,5 mm longa; lemmata explanata late ovata, 1,2-1,5 mm longa, apice obtusa vel truncata, vel bilobulata, trinervia, glabra; paleæ naviculatæ, bicarinatæ, carinis lævibus vel scaberulis, apice truncata. Antheræ 3, 0,6-0,7 mm longæ; caryopsis subglobosa, lævis, 0,5-0,6 mm in diam.

MADAGASCAR : Domaine du Sud, Andavadoaka, sables : *F. Chabouis*, *s. n°*, mars 1964, HOLOTYPE P!

Delta de la Linta (côte S.-O.), sables : *H. Humbert* et *C. F. Swingle 5461*, 24-28 août 1928; Côtes et plateaux calcaires à l'estuaire de l'Onilahy, bush xérophile; *H. Humbert* et *R. Capuron 29524*, 20-21 mars 1955; Efœtse, sables dunaires, bush dégradé : *J. Bosser 151*, 12 mai 1951; Ankilibe (Sud Tuléar), bush à Euphorbes sur dunes récentes : *J. Bosser 14581*, mars 1960.

Cette plante rappelle *Eragrostis biflora* Hack. d'Afrique par le nombre peu élevé des fleurs de l'épillet (2-3); mais la plante africaine

est notablement différente par le port, la panicule beaucoup plus large, plus diffuse, plus légère, les lemmas aiguës et les caryopses ovés très finement verruqueux.

Eragrostis Chabouisii a une inflorescence assez rigide, étroite, de teinte violacée, à axe côtelé un peu comprimé, glabre et lisse, à ramifications sessiles ou subsessiles, grêles, scabérules, solitaires ou rapprochées et subverticillées par 2-4, glabres à leur aisselle. Les glumes sont très caduques, ainsi que les lemmas. L'épillet a 2 ou 3 fleurs, toutes fertiles, ou la supérieure stérile et de taille plus réduite. La rachéole est persistante, un peu scabérule, prolongée au-delà de la dernière fleur par un appendice grêle, ciliolé, ne portant aucun rudiment de fleur. Les lemmas et paléas sont en général de même taille, mais, assez souvent aussi les paléas sont un peu plus longues que les lemmas. Les nervures des lemmas et les carènes des paléas sont scabérules ou lisses et scabérules seulement au sommet. Le caryopse est subsphérique d'un jaune orange pâle, lisse à maturité (immature, le tégument en séchant donne de très fines rides et le grain paraît plus coloré).

Cette plante paraît confinée au domaine subaride du S.-O. C'est une héliophile, de station très sèche. On la trouve surtout en bord de mer, dans les fourrés xérophiles à *Euphorbia stenoclada* sur dunes récentes. Elle peut être une adventice occasionnelle dans les cultures sur sables.

Eragrostis lateritica J. Bosser, *sp. nov.*

Gramen annuum, cæspitosum. Culmi erecti vel adscendentes, glabri, graciles, simplices, 1-2 nodes, 10-40 cm alti. Foliorum vaginæ striatæ, glabræ, vel apice pilosæ; laminæ lineares, 1-4,5 cm longæ, 1-3 mm latæ, planæ vel involutæ, glabræ vel pilosæ, margine pilis longis basi tuberculatis munitæ; ligulæ ad seriem ciliolatam redactæ. Panicula oblonga vel ovata vel linearis, laxa vel densa, 3-7 cm longa, 1-3,5 cm lata, cinerea; rami paucispiculati, subsessiles, solitarii, erecti vel oblique adscendentes, 1-2,5 cm longi. Pedicelli 0,5-2 mm longi, scaberuli. Spiculæ anguste oblongæ vel lineares, lateraliter valde compressæ, glabræ, cinereæ, 7-40-floræ dense imbricatæ, 4-15 mm longæ, 1,4-2 mm latæ; rachilla cum paleis persistens. Glumæ 2, ovatæ acutæ, uninerves, carina scaberula, inferior 0,8-1,2 mm longa, superior 1-1,5 mm longa; lemmata explanata late ovata, apice acuta, trinervia, carina apice scaberula, 1,5-1,7 mm longa; paleæ bicarinatæ, carinis scaberulis. Antheræ 2, 0,4-0,6 mm longæ; caryopsis lævis, ovata, trigona, pallide brunnea, 0,6 mm longa, 0,4 mm lata.

MADAGASCAR : Centre, Ampandrandava, *Seyrig 672*, avril 1943, HOLOTYPE P!

Carion, district de Manjakandriana : *Waterlot 1023*, déc. 1925; Gare de Rogez, province d'Andovoranto : *R. Viguier* et *H. Humbert 722*, 15 oct. 1912; endroits secs, Ankaizina : *R. Decary 1859*, 15 avril 1923; bords de chemin, sur la rivière Andrangavola (bassin du Mangoro) : *H. Perrier de la Bâthie 2056*, nov. 1911; près des pelouses à xérophiles, gneiss dénudés, vers 1 000 m d'alt., mont Belamboany (Sud Betsileo) : *H. Perrier de la Bâthie 11178*, mars 1912.

Par son épillet et par son port, cette espèce rappelle *Eragrostis kiwuensis* Jedw. Cependant l'inflorescence est en général plus lâche et le nombre de fleurs de l'épillet plus grand. Mais le meilleur caractère pour les distinguer est le caryopse qui est subsphérique chez l'espèce africaine, grossièrement ové et trigone, avec la face dorsale aplatie ou un peu déprimée chez l'espèce malgache.

Eragrostis lateritica est annuelle, humble de port, à petites feuilles de pilosité variable, à limbes épaissis cartilagineux à la marge, bordés le plus souvent de poils sétacés à base tuberculée. L'inflorescence est en fait un racème composé; les pédicelles des épillets sont courts, 0,5-2 mm de long sauf pour l'épillet terminal. Les ramifications primaires sont courtes, paucispiculées, pouvant ne porter que 3 épillets. Les épillets sont d'un gris plus ou moins foncé, à nombre de fleurs variable, atteignant 40. La rachéole et les paléas sont persistantes, les glumes et les lemmas facilement caduques. C'est une plante de stations sèches et ensoleillées, commune surtout dans le centre mais présente aussi dans les domaines de l'Est et de l'Ouest. Elle occupe des plages dénudées sur sols latéritiques érodés dans les savanes. Elle était rapportée jusqu'à présent à *Eragrostis racemosa* (Thunb.) Steud. (*E. chalcantha* Trin.), qui est une espèce africaine, pérenne, à épillets nettements plus gros.

Andropogon imerinensis J. Bosser, *sp. nov.*

Gramen perenne, cæspitosum. Culmi erecti, graciles, glabri, 2-3 nodes, 20-70 cm alti, simplices vel parte superiore ramosi. Folia basalia; vaginæ imbricatæ, compressæ, glabræ vel apice pilosæ; laminæ plicatæ, filiformes, erectæ, 5-25 cm longæ, 0,5 mm in diam. (explanatæ 0,8-1,4 mm latæ), supra canaliculatæ, pilosæ vel glabræ basi pilosæ; ligulæ membranaceæ, truncatæ, brevissimæ. Inflorescentiæ exsertæ; racemi 2-3, subdigitati, oblique erecti, 2-5 cm longi; internodia rachidis filiformia, compressa, marginibus pilosa. Spiculæ sessiles lanceolatæ vel anguste oblongæ, 4-5 mm longæ, in basi callo obtuso vel rotundato, albobarbato productæ. Gluma inferior chartacea, glabra, purpurea, dorso depressa, bicarinata, apice scaberula, 4-6 nervia; gluma superior lanceolata 3-5-nervia, dorso subcarinata. Anthœcium inferum ad lemma hyalinum 4-4,5 mm longum redactum; anthœcium superum ☿, lemma hyalinum, 4 mm longum, bifidum, lobis acutis, in sinu aristata; arista 8-10 mm longa, perfecta, geniculata, columna laevis, brunnea, subula scaberula, pallida; palea hyalina, minuta. Spiculæ pedicellatæ biflores, lanceolatæ, purpurascentes; glumæ chartaceæ, 4-5 mm longæ, acutæ vel inferior paulo aristulata. Anthœcium inferum ad lemma redactum; anthœcium superum ♂ vel sterile, lemma muticum vel aristatum; arista recta, minuta.

MADAGASCAR : Centre, savane steppique secondaire sur pentes, environs de Tananarive : *J. Bosser 7697*, janv. 1955, HOLOTYPE P!

Environs d'Antsirabe, alt. 1 700 m : *H. Perrier de la Bâthie 10716;* environs de Tanarive, la Hutte près d'Ivato : *R. Benoist 331*, 25 nov. 1950; Ivato, collines sèches : *J. Bosser 7542*, janv. 1955; environs de Tananarive, kilom. 26 route d'Arivonimamo, alt. 1200-1400 m, savane steppique sur collines latéritiques : *J. Bosser 8903*, déc. 1955.

Cette espèce est voisine de *Andropogon ivohibensis* A. Camus, mais elle est plus grêle, à feuilles fines, filiformes; l'inflorescence ne comprend que 2-3 racèmes plus courts (au lieu de 3-9). Les feuilles sont surtout basales, à gaines étroitement imbriquées un peu comprimées et à carème arrondie, glabres ou lâchement pileuses; les limbes sont très étroits, pliés, terminés en pointe fine sétacée, à face supérieure canaliculée, pileuse dans sa partie basale, face inférieure glabre; la ligule est une courte membrane glabre, tronquée, de 0,2-0,5 mm de hauteur. Les chaumes sont très grêles, glabres, à nœuds glabres. Les inflorescences sont formées de 2-3 racèmes subsessiles ou brièvement pédonculés, digités ou subdigités sur un axe court et glabre. Le callus des épillets, les marges des articles du racème et des pédicelles portent de longs poils blancs sétacés, brillants, atteignant 1,5-2,5 mm de long. Les sommets des chaumes, les axes des racèmes, les pédicelles et surtout les épillets sont teintés de pourpre. Les pédicelles sont en général un peu plus courts que les articles du racème ceux-ci étant de taille assez variable (2-4,5 mm de long). Les épillets sont glabres. L'épillet inférieur est ☿, à glume inférieure déprimée sur le dos, bicarénée, les nervures étant groupées en 2 zones, par 2-3, correspondant aux carènes; glume supérieure naviculaire, 3-5-nervée, aiguë au sommet, à marges fines, hyalines, ciliolées. La lemma de la fleur inférieure est à peine plus courte que les glumes, sans nervure ou à 1-3 nervures très fines peu visibles, à marges ciliolée dans leur partie supérieure. La lemma de la fleur supérieure est à peine plus courte que les glumes, 1-3 nervée, bifide, aristée dans le sinus, lobes du sommet aigus, à marges ciliolées, arête genouillée, à colonne glabre, brune, et subule scabérule, jaune pâle. La paléa est très petite, hyaline sans nervure, d'environ 1 mm de long. Les anthères sont au nombre de 3, d'environ 2 mm de long.

Bibliographie

Baker, J. G. — Further contribution to the flora of Madagascar, Journ. Linn. Soc. Bot. **22** : 441-536 (1886).
Camus, A. — Espèces nouvelles d'*Erianthus* malgaches, Bull. Soc. Bot. Fr. **71** : 1182-1183 (1924).
— Section, espèces et sous-espèces nouvelles de Graminées malgaches, Bull. Soc. Bot. Fr. **106** : 337-340 (1959).
Chippindall, L. K. A. — A Guide to the identification of grasses in South Africa. In Meredith D., The Grasses and pastures of South Africa, 1 vol. (1955).
Clayton, W. D. — Studies in *Gramineæ* : IX, Kew Bull. **20** (2) : 257-273 (1966).
Henrard, J. Th. — Monograph of the genus *Digitaria*, 1 vol. (1950).
Jacques-Félix, H. — Les graminées d'Afrique Tropicales I, Bull. scient. n° 8, I.R.A.T., I vol. (1962).
Jedwabnick, E. — *Eragrostidis specierum imprimis ad herb. Berol.*, Hamburg, Monac., Regimont, Bot. Arch. **5** : 177-216 (1924).
Napper, D. M. — Grasses of Tanganyika, Bull. **18**, Minist. Agric. For. and Wildlife, Tanzania, 1 vol. (1965).
Pilger, R. — Das System der *Gramineæ*, in Engler Bot. Jahrb. **76** : 281-384 (1954).
Stapf, O. — *Lasiorrhachis Hildebrandtii* (Hack.) Stapf, Hook. Ic. Pl. : T. 3124 (1933).
Steudel, E. G. — Syn. Plant. Gram., I vol. (1855).

Adansonia, ser. 2, 8 (4) 1968

ÉTUDE QUANTITATIVE DE PROFILS STRUCTURAUX DE FORÊTS DENSES VÉNÉZUÉLIENNES COMPARAISON AVEC D'AUTRES PROFILS DE FORÊTS DENSES TROPICALES DE PLAINE

par B. Rollet

Sommaire :

1. LOCALISATION ET BRÈVE DESCRIPTION DE 10 PROFILS

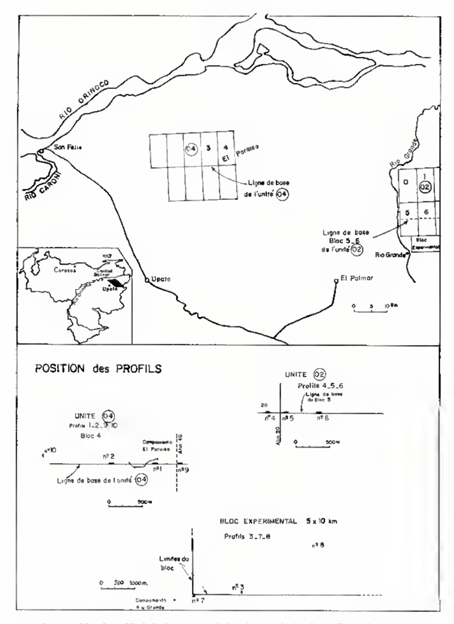
On a levé 10 profils 10 × 50 m dans deux régions de la Guyane vénézuélienne situées à 60 km l'une de l'autre. Voir croquis.

Les altitudes sont comprises entre 250 et 470 m. La formation végétale prédominante est la forêt dense tropicale sempervirente. Il y a quelques forêts édaphiques de bas-fonds inondables, et des fourrés de sommet sur dalle ferrallitique.

Levé N° 1 : Unité 04 — Axe en légère contrepente (10 à 14°), presque horizontal. Sol drainé. Le couvert n'est pas fermé : un peu de lumière arrive au sol; 1 à 2 cm d'humus.

Eschweilera grata (Cacaito) assez abondant avec en sous-bois *Paypayrola longifolia* (Gaspadillo negro) et *Trichilia Schomburgkii* (Suipo) assez fréquent. Alt. 430 m.

1. La liste des espèces des profils, leur levé graphique ainsi que les données numériques se rapportant à chaque tige (diamètre à 1,30 m; hauteur totale; diamètre du houppier) sont donnés partiellement en Annexe. Le présent article est un exposé condensé d'une partie de thèse où ils figureront en totalité. (Laboratoire de Botanique. Faculté des Sciences. Toulouse. Professeur J. L. Trochain).



Levé N° 2 : Unité 04 — Sol horizontal drainé. Peuplement assez serré avec *Chætocarpus Schomburgkianus* (Cacho), *Eschweilera grata* (Cacaito), *Myrcia pseudopsidium* (Guayabito blanco), *Tapura guianensis* (Jabon) Alt. 420 m.

Levé N° 3 : Bloc expérimental. Sol horizontal frais coupé de nombreux ruisseaux qui s'assèchent, d'où abondance de *Gustavia augusta* (Merguo). Peuplement assez ouvert; le soleil arrive souvent au sol; lianes nombreuses, mais sous-bois peu dense. Présence d'espèces aimant les sols frais : *Cedrela odorata* (Cedro rojo); *Catostemma commune* (Baraman); *Pentaclethra macroloba* (Clavellino). *Protium decandrum* (Azucarito) et *Brownea latifolia* (Rosa de montaña) sont assez communs. Alt. 250 m.

Levé N° 4 : Unité 02 — Sol horizontal un peu sablonneux. Couverture morte faible (1 cm d'épaisseur). Le soleil arrive un peu au sol. Sous-bois peu dense *Chælocarpus Schomburgkianus* (Cacho); *Myrcia splendens* (Guayabillo negro) assez abondants, ainsi que *Manilkara bidentata* (Purguo) Alt. 270 m.

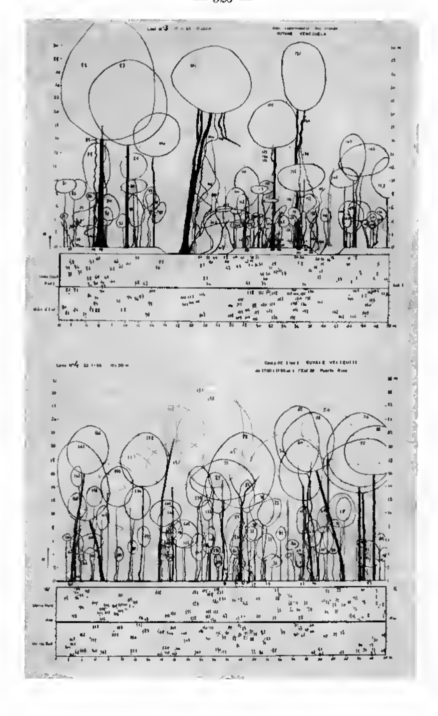
Levé N° 5 : Unité 02 — Sol horizontal frais avec de nombreux ruisseaux à sec. Peut s'inonder; présence de quelques essences aimant les sols mouilleux : *Virola surinamensis* (Cuajo), *Symphonia globulifera* (Copeicillo); abondance d'espèces aimant les sols frais : *Tabebuia stenocalyx* (Purgüillo blanco), Yarayara rebalsera *(Annonaceæ)*; *Pentaclethra macroloba* (Clavellino); en sous-bois une Acanthacée (Rabo de Candela) et *Pausandra flagellorachis* (Manglillo) assez fréquents. Alt. 250 m.

Levé N° 6 : Unité 02 — Pente assez forte. Sol drainé sablonneux; couverture morte 1 cm. La lumière pénètre un peu. Peu de sous-bois. *Licania densiflora* (Hierrito) fréquent. Une liane Connaracée : *Rourea frutescens* (Bejuco negro) assez fréquente. Alt. 270 m.

Levé N° 7 : Bloc expérimental. Sol périodiquement inondé, remarquablement nu et dépourvu d'arbustes et de sous-bois. (Humus 1 cm), frais en permanence. Peuplement unistrate très pauvre en espèces; 3 codominantes *Licania apetala*, (Mamoncillo rebalsero) se présentant en cépées; *Macrolobium acaciæfolium* (Arepito negro); *Triplaris surinamensis* (Santa Maria). Formation très bien caractérisée. Alt. 250 m.

Levé N° 8 : Bloc expérimental. Terrain plat, un peu sablonneux à faible couverture morte (1 cm). Dominance de *Dimorphandra Gonggrijpii* (Mora). *Alexa imperatricis* (Leche de cochino) assez commun; *Paypayrola longifolia* (Gaspadillo negro) et *Caraipa Richardiana* (Hicaco) fréquents en sous-bois; une liane *Rourea frutescens* (Bejuco negro) assez fréquente. Peuplement très caractérisé. Alt. 250 m.

Levé N° 9 : Unité 04 — Sol presque horizontal très superficiel à cuirasse latérique très épaisse, affleurante, en position de sommet. Peuplement assez ouvert dans l'étage dominant, sans gros ni moyens arbres. La lumière pénètre par taches; sous-bois assez serré caractérisé par la très forte dominance de *Pithecellobium basijugum* (Curarina chiquita) qui représente entre la moitié et les deux tiers du peuplement, selon la classe diamétrique. *Ouratea Sagotii* (Pilon amarillo) est assez commun ainsi qu'une liane Bignoniacée (Cortadera). Fourré de sommet très caractérisé, paucispécifique. Alt. 470 m.



Levé N° 10 : Unité 04 — Terrain plat à sol de limon et de sable fin. Peuplement peu fermé avec cependant peu de lianes et un sous-bois peu dense. Dominance de *Piranhea longepedunculata* (Caramacate) avec une régénération abondante. *Licania densiflora* (Hierrito) très commun; *Hirtella racemosa* (Picapica morada) fréquent. Type de forêt bien caractérisé. Alt. 410 m.

Les 10 profils ont été levés graphiquement en deux moitiés contiguës de 5 m de large dont on a superposé les projections verticales. On compte toutes les tiges de 4 m de hauteur et plus, et les lianes à partir de 1 cm de diamètre.

Parmi les 10 profils étudiés, 6 sont caractérisés par des conditions édaphiques particulières ou la dominance d'une ou de quelques espèces.

Les levés 3 et 5 sont sur sols mouilleux.

Le levé 7 est périodiquement inondé.

Le levé 9 est un fourré de sommet sur cuirasse latéritique

Le levé 8 est à la dominance de *Dimorphandra Gonggrijpii* (Mora)

Le levé 10 est à dominance de *Piranhea longepedunculata* (Caramacate).

Les levés 1-2-4-6 se rapportent à la forêt dense sempervirente sur sol drainé qui est en fait de très loin la formation principale dans le massif d'Imataca.

Si l'on excepte les levés 7 et 9, vraiment très spéciaux, l'ensemble des 8 levés restants, d'une surface totale de 0,4 *hectare* a 199 espèces de 4 m de haut et plus [1]. Dans ce total il y a 36 espèces de lianes. (prises à partir de 1 cm de diamètre). Voir la liste des espèces en Annexe. On donne seulement les profils 3 et 4. Un profil comprend deux dessins établis sur astralon, support assez rigide et transparent.

N° PROFIL 10 × 50 m	NOMBRE D'ESPÈCES		
	Arbres et Arbustes	Lianes	Total
1	42	4	46
2	53	5	58
3	43	18	61
4	46	9	55
5	45	8	53
6	53	11	64
8	37	6	43
10	30	7	37
7	8	1	9
9	19	7	26

1. En prenant cette hauteur qui est voisine des 15 pieds employés généralement par les auteurs anglais, on prend toutes les tiges de 2 cm et plus de diamètre et rarement des tiges de 1 cm.

Chacun d'eux représente une demi-largeur de profil (5 m). L'effet de profondeur de champ a été recherchée en photographiant les deux astralons superposés, l'astralon inférieur apparaissant légèrement estompé.

2. ÉTUDE QUANTITATIVE SUR LES MESURES EFFECTUÉES DANS LES 10 PROFILS

Pour établir le profil on a mesuré pour chaque tige son diamètre à 1,30 du sol D, sa hauteur totale H et le diamètre du houppier ⌀ (ainsi que la hauteur du fût).

— Relation entre D et ⌀.

Il existe une assez bonne relation linéaire entre D et ⌀. Les coefficients de corrélation entre D et ⌀ (calculés pour chaque profil) varient entre 0,8 et 0,9.

Si l'on excepte les profils N° 7 et N° 9 qui se rapportent à des formations édaphiques très spéciales, les 8 profils restants donnent le tableau suivant, ⌀ étant en mètres et D en cm par classes diamétriques de 10 cm ; 10 veut dire 10 à 19 cm.

	6 Profils (0,4 Ha)												1 Ha à Vochysia tetraphylla										
⌀ \ D	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	Total	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Total
0	1	1										2	5	7	1								11
1	5											5	52	5									35
2	9	1										10	90	17									107
3	20	1	1									22	111	27	5								143
4	40	7										47	53	29	4	1							87
5	26	2										26	20	22	7								49
6	19	6	1	1								50	17	21	14	2							54
7	11	5	5	1	1							19	6	14	10	5							55
6	11	15	9	4								37		6	5	2	2		1				16
9		5		3								6		1	7	5	4	2	1	1	1		22
10	1	4	4		1							10		1	6	8	9	2	5				29
11	1	1	2	2	1							7					2	2				1	5
12		1	5	1	1	1	2			1		10							1				1
15			1		1	1						5							1				1
14																							
15				1		1						2											
16						1			1		1	5											
17																							
18																							
19																							
20							1					1											

Relation entre le diamètre à 1,30 m D (en cm) et le diamètre du houppier ⌀ (en m).

La droite de régression pour les 8 profils est

$\varnothing$ mètres = 1,5 + 0,191 (Dcm) r = 0,824

L'allure du nuage de points est la même pour un hectare à dominance de *Vochysia tetraphylla* mais les houppiers sont plus petits. Dans les deux cas le nuage a tendance à s'incurver pour les gros diamètres, indiquant qu'au-delà de 40 à 50 cm, le houppier s'accroît relativement moins vite que le diamètre.

— Relation entre D et H.

On a calculé la régression

$H_m = 6{,}0 + 0{,}533$ (D cm) r = 0,865 pour 10 profils.

En réalité la régression n'est pas linéaire quand on inclut tous les diamètres, des plus petits (2 cm) aux plus grands. De même que le diamètre du houppier, la hauteur totale croît de plus en plus lentement quand le diamètre D augmente. Cette tendance curvilinéaire est très nette dans le tableau ci-dessous établi pour 8 profils (N° 7 et N° 9 exceptés).

La distribution marginale des hauteurs ne fait pas apparaître de concentrations de tiges à certains niveaux. Il n'y a donc pas évidence de stratification.

H \ D	0-4	5-9	10	16	20	26	30	66	40	46	60	65	60	66	70	76	TOTAL
4-5	389	22															411
6-7	171	74	1														246
8	67	96	3		1												167
10	3	76	11	2			1										93
12		43	24	2													69
14		16	26	4	1	1											48
16		6	16	6	2				1								36
16		1	10	16	3	1	3										64
20			4	7	9	2	2	1	1								26
22			1	6	4	2	6	1	2		1						42
64					6	6	6	4									17
26					4	2			2	1		2					11
29					1	1	2	4	2				1	1		1	13
60						4			1	1	1	1	1				7
29								2	1						1		4
34														1	1		2
TOTAL	600	333	99	46	30	17	16	12	10	2	4	6	2	2	2	1	1171

On remarque, phénomène général en dendrométrie, l'épanouissement du nuage de points, c'est-à-dire une dispersion progressivement croissante pour les grands diamètres et les grandes hauteurs.

RECOUVREMENT.

On calcule la somme des surfaces des houppiers, qui, rapportée à l'unité de surface des profils donne un coefficient de recouvrement global de 4,26 si l'on prend les tiges supérieures à 4 m de hauteur totale, et de 2,70 si l'on prend les tiges de plus de 10 cm de diamètre. Ces chiffres n'ont qu'une valeur indicative car ils ne tiennent pas compte de la densité des feuilles mais seulement des dimensions des projections horizontales des houppiers. *Lophira alata*, *Gilbertiodendron Dewevrei* en Afrique, les Lécythidacées en Amérique du Sud ont des feuillages épais. De nombreuses légumineuses *Piptadeniastrum africanum* (en Afrique), *Platymiscium*, *Sclerolobium spp* (en Guyane) ont des feuillages extrêmement légers.

Ce chiffre de 2,7 ne peut être que grossièrement proportionnel à la fraction de radiation qui n'arrive pas jusqu'au sol, puisque selon les mélanges d'espèces à houppier léger ou très fourni, ce coefficient pourra être en réalité beaucoup plus bas, ou plus élevé.

AUTRES MESURES.

On a fait d'autres mesures en dehors des profils, dans la même région. Sauf des cas très particuliers, le coefficient de recouvrement pour les arbres de 10 cm et plus oscille autour de 2,5.

Les distributions de hauteurs totales obtenues ne mettent pas en évidence de strates. Sur 0,12 ha on a la distribution suivante avec des intervalles de classe de 2 m.

Hauteur m	< 1 m	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25
Nombre de tiges	8 312	1 645	298	105	71	40	30	11	26*	11	6	0	2	1

3. ÉTUDE DE LA LIAISON ENTRE D ET ∅ DANS LES PAYS TROPICAUX

Cette liaison a été assez étudiée en raison de son intérêt pratique : si l'on peut prévoir D à partir de ∅, des mesures sur photos aériennes permettront de se faire une idée des volumes de bois présents dans les peuplements. De nombreux auteurs trouvent une relation linéaire entre D et ∅ avec une assez forte liaison.

Pour des espèces prises séparément, en forêt dense non perturbée DAWKINS (**13**) trouve en Afrique une bonne liaison pour *Triplochiton*, *Dacryodes excelsa*, *Ormosia Krugii*, de même SWELLENGREBEL (**40**) pour *Mora* et *Eperua* en Guyane ex britannique et MACABEO (**29**) pour *Pentacme contorta* aux Philippines.

Quand on prend les espèces toutes ensemble, HEINSDIJK (**21**) en Amazonie (Brésil), SWELLENGREBEL (**40**) en Guyane ex britannique,

* Maximum relatif dû probablement aux mesures biaisées des hauteurs 15 m par attraction des « cotes rondes ».

1 veut dire 1 à 2,9 m; 3 veut dire 3 à 4,9 m, etc.

Francis (**17**) en forêt mélangée à Diptérocarpacées de Sabah (North Borneo) trouvent de bonnes liaisons.

Paijmans (**33**) à Célèbes et nous-mêmes avons trouvé des liaisons moins fortes que celles annoncées par les auteurs précédents, mais qui néanmoins peuvent servir de base à des estimations grossières du matériel existant à partir de photographies aériennes. Mais ce procédé expédié est peu satisfaisant dans la pratique et ne peut remplacer les inventaires au sol puisque sauf rares exceptions, on ne peut reconnaître les espèces sur photographie et que de plus il faut dans la pratique avoir des renseignements sur la qualité des bois.

4. HAUTEURS TOTALES ET STRATES

Peu de données sont disponibles en raison de la difficulté de la mesure et des erreurs systématiques fréquemment commises à cause du phénomène bien connu d'attraction des cotes rondes qui groupent les mesures autour de certaines valeurs 10, 15, 20 m etc... et a pour résultat de créer une stratification qui peut-être n'existe pas dans la nature. Comme la présence de stratification est précisément l'objet de l'étude on voit qu'il faut mesurer avec beaucoup de rigueur et interpréter les chiffres avec précaution.

La question des strates est très controversée; faute de mesures elle n'est souvent qu'une querelle d'opinions. Webb rapporte avec une pointe d'humour l'opinion de certains auteurs pour qui ce n'est qu'une question de goût (**44**), p. 557.

Richards a longuement débattu cette question (**36**) p. 22-39 et est lui-même partisan de la présence de strates bien qu'il ait émis ailleurs (**12**) des opinions plus nuancées.

Aubréville (**2**) a au début nié l'existence de strates mais serait maintenant plutôt enclin à les accepter (**6**), p. 160.

Il est certain qu'il existe des formations uni ou paucistrates caractérisées; de nombreux fourrés de plaine ou d'altitude, des formations inondables ou rivulaires présentent soit une seule strate, soit une concentration des houppiers à un certain niveau d'où les émergents sont remarquablement absents. Ces peuplements à structure simplifiée sont en général floristiquement beaucoup plus pauvres que la forêt dense ou sont même monospécifiques.

Mangroves

Forêt à *Melaleuca*	Sud-Est Asiatique
— *Guibourtia Demeusei*	Afrique centrale
— *Gilbertiodendron Dewevrei*	id.
— *Mora excelsa*	Amérique tropicale
— *Lagerstrœmia*	Sud-Est Asiatique
— *Lagerstrœmia*-Légumineuses	id.
Fourrés altitudinaux	Montagnes tropicales

Mais en ce qui concerne les forêts denses tropicales de plaine, les avis sont très partagés. Certains auteurs admettent 3 ou 4 strates et produisent des chiffres peu convaincants : Richards (**35**), Takeuchi (**41**). D'autres nient les strates ou admettent qu'elles sont peu nettes. Nous-même doutons de l'existence de strates dans les nombreuses forêts denses que nous avons visitées, en particulier en Guyane Vénézuélienne.

Nous attirons l'attention sur le fait que la notion de strate du botaniste ou du forestier demande souvent à être précisée. Ainsi la « strate » d'émergents peut ne pas correspondre à un maximum relatif dans l'histogramme des hauteurs : les émergents peuvent sortir *graduellement* du couvert. Statistiquement parlant, il n'y a pas de concentration de tiges dans un intervalle de hauteur donné.

D'ailleurs, en forêt dense *non secondarisée*, il ne s'observe pas de maximum relatif dans la distribution de fréquence des diamètres à 1,30 m. Or ces diamètres D et les hauteurs totales H sont fortement liés. Il n'y a donc pas de raison pour qu'il y ait de maximum relatif pour la distribution de fréquence des hauteurs totales. Nous voulons bien admettre qu'il y a des exceptions, qu'on trouve des occupations relativement faibles de certains niveaux au-dessus du sol, ce qui a été signalé dans certaines forêts du Congo-Kinshasa.

Odum et al. (**32**) n'ont pas trouvé d'évidence de concentration à certains niveaux en pesant les feuillages, dans des portions d'espaces disposés le long le colonnes verticales. C'est une expérience intéressante, malheureusement isolée.

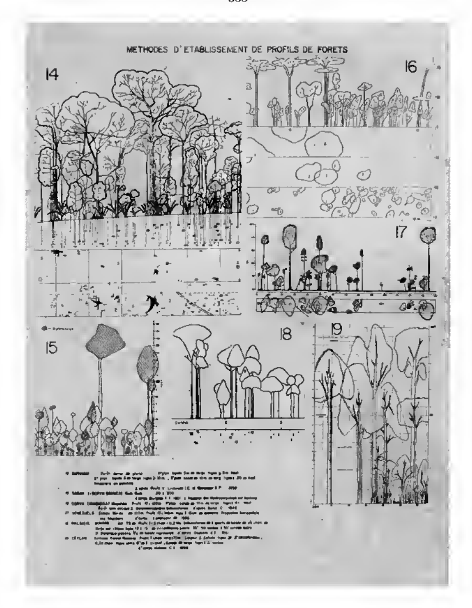
Constatant le petit nombre de mesures soignées disponibles, nous conclurons en suggérant de multiplier les mesures de hauteurs totales pour *toutes* les tiges (par exemple de 4 m et plus) de parcelles de forêts denses dans les types les plus divers et en invitant à contrôler par des chiffres les impressions même évidentes de stratification ou de non stratification.

5. REPRÉSENTATION DESSINÉE DES FORÊTS DENSES TROPICALES

Plusieurs auteurs, surtout avant 1945, ont fait des schémas de profils de forêt dense sans préciser la largeur de la bande. Aubréville (**4**); Francke (**18**) et cité par Trochain (**42**) Pl. IA; Stehlé (**39**), p. 704-705 pour la forêt hygrophytique d'altitude. Récemment dans un but didactique Aubréville (**6**) a repris l'idée (dessins Hallé).

Il y a à peine plus de trente ans que l'on a commencé à faire des levés rationnels de forêt dense : Davis cité par Richards (**36**); Davis et Richards (**12**). Les recommandations de Richards et al. (**37**) ont permis une grande homogénéité dans les travaux ultérieurs accomplis par les Anglais : 25′ × 200′ pour les dimensions du profil; 15′ pour la hauteur minimum des tiges. Néanmoins on note dans la littérature quelques divergences pour cette hauteur minimum qui est quelquefois de 20′ 25′ ou 30′.

Les auteurs utilisant le système métrique ont généralement employé



des largeurs de levé de 10 m mais le perfectionnement des méthodes de levés a amené à subdiviser en sous-bandes de 5 m et à ajouter des bandes contiguës de 10 m où une fraction seulement du peuplement est représentée pour des classes diamétriques de plus en plus élevées.

Divers procédés ont été employés pour donner une impression de

profondeur dans la projection verticale du relevé : LAMPRECHT (**24** à **27**) avec deux bandes de 5 m dont une sur calque, COUSSENS (**10**) avec 4 sous-bandes de 1/4 chain (environ 5 m) chacune, dont 3 sur calques superposés; LINDEMAN et MOOLENAAR (**28**) avec 2 bandes de 5 m de large chacune pour les tiges de 5 m de haut et plus, et 10 m et plus respectivement, et une troisième bande de 10 m pour les tiges de 20 m et plus. HOLMES (**23**) a employé un procédé similaire; de même DONIS (**15**) pour la projection des houppiers de classes diamétriques croissantes. Nous-même avons photographié 2 profils dessinés superposés de 5 m de large.

Les hauteurs minimum adoptées sont variables : 2, 3, 4, 5 m et subsidiairement 10 et 20 m.

On a également cherché à perfectionner le relevé en ajoutant une projection horizontale avec l'emplacement des tiges, les sections des pieds et des contreforts, les arbres tombés, la projection des houppiers, ombrés pour les espèces sempervirentes, laissés en blanc pour les espèces décidues.

Dans certains cas et à plus grande échelle (pour des formations autres que la forêt dense), certains auteurs ont dessiné avec minutie les épiphytes (TAKEUCHI).

La combinaison de tous ces procédés (fig. 14 à 19) et du style de chaque auteur, aboutit à une certaine diversité dans la représentation mais avec le dessein commun de suggérer ce que de longues listes de chiffres, des graphiques, de nombreux calculs de régressions et de rapports ne peuvent aussi bien synthétiser.

Dans un but de plus grande perfection encore, tout en rendant hommage à la somme d'efforts que représentent l'exécution de certains levés : ASHTON (**5**), AUBRÉVILLE (**1**), LINDEMAN (**28**), TAKEUCHI (**41**), HALLÉ et al. (**20**), nous croyons utile de préconiser certaines règles simples de normalisation. Diverses propositions, en particulier celles de LAMPRECHT ne semblent pas avoir été entérinées par l'Union internationale des Instituts de Recherches Forestières (IUFRO), Oxford 1956 (**25**).

Afin d'éviter de choquer des habitudes prises et pour tenir compte de nombreux travaux existants, nous pensons qu'une hauteur minimum de 4 ou 5 m pourrait être fixée, qui se rapproche des 15' des auteurs anglais : peut-être *5* m serait-il convenable pour tenir compte des travaux australiens qui utilisent 20'.

Comme cette hauteur minimum n'a de sens qu'en fonction de la largeur de bande et pour rendre pratique l'exécution du dessin, il faudrait donner des règles simples de subdivision des bandes selon les classes diamétriques représentées. (cf. LINDEMAN et MOOLENAR; HOLMES) et s'accorder pour savoir si on doit dessiner les strates les plus basses sur toute la longueur du profil (ce qui est plus esthétique mais long et peut-être inutile) ou sur une fraction de la longueur, ou si on devrait faire un deuxième dessin à part pour les strates inférieures, de moins de 5 m par exemple cf. TAKEUCHI. Les tapis herbacés ou de régénération, les sous-bois à palmiers, les fourrés peuvent devenir confus et surchargés si on

n'adopte pas de telles règles. Ce qui est vrai pour la projection verticale l'est aussi pour la projection horizontale des houppiers.

Quant à la largeur de bande, il semble difficile de trouver un multiple commun *acceptable* entre celles qui sont actuellement le plus en usage 5 m ; 15′ (environ 7,5 m) et 10 m.

Ce serait évidemment 3 bandes contiguës de 5 m et 2 bandes contiguës de 7,5 m qui donneraient par superposition la même impression de densité (si on était disposé à accepter une hauteur minimum commune). Il nous paraît difficile d'amener les auteurs habitués à 25′ à utiliser 5 m ou inversement. Ce serait pourtant souhaitable.

Les suggestions visant à reconstituer les profils réels pour en extraire une stratification en hauteur : Newman (**31**) ou pour dessiner des profils « idéalisés » : Holdridge (**22**) sont intéressantes si l'on consent à se représenter la végétation sous forme d'abstractions non directement observables.

Par ailleurs les procédés de dessins de Dansereau (**11**) entièrement figuratifs et qui veulent intégrer en plus des caractères utilisés dans les profils classiques (types biologiques, taille, couvert) les caractères de phénologie, de dimension, forme et texture des feuilles sont très difficiles à interpréter. Leur symbolisme nous paraît exagéré et il ne semble pas qu'ils puissent supplanter le dessin approché de la végétation telle qu'elle se présente.

Van Dillewijn (**14**) a montré avec succès que la représentation de la végétation peut se faire par stéréogrammes au sol complétés d'un stéréogramme monté à partir des photographies aériennes correspondantes. On peut recommander d'ajouter ces stéréogrammes pour compléter les profils ou tout au moins des prises de vue du parterre de la forêt et des sous-bois. Avec des chiffres d'inventaire à l'appui on aura un document idéal pour comparer les formations entre elles dans les différents pays et continuer l'effort entrepris à Yangambi en 1956 pour les types africains de végétation dans un but d'harmonisation des terminologies.

6. LISTE DES PROFILS DISPONIBLES POUR LES FORÊTS DENSES TROPICALES DE PLAINES (voir annexe)

Remarques sur les tableaux

On retient essentiellement les profils établis pour les forêts *denses tropicales de plaine*, jusqu'à 600 m d'altitude. Les auteurs anglais adoptent 300 m pour limite entre forêts de plaine (lowland forest) et forêt de colline (hill forest), et 750 m comme limite supérieure de ces dernières.

La référence bibliographique où le profil a été publié pour la première

fois est entre parenthèse. Si le profil a été reproduit, le numéro de la référence est précédé d'un tiret.
ex. (1) — 3 : veut dire publié par (1) et reproduit dans 3.

Abréviations des tableaux

Alt. : Altitude en m.
Réf. : Référence bibliographique.
Dim. : Dimension du profil. Unités utilisées : mètre, pied ou chain. 10' = 10 pieds (environ 3 m) 1 chain (environ 20 m).
Haut. min. : (ou quelquefois diamètre min.) : limite inférieure à partir de laquelle on note les tiges.
Subdiv. Bandee : Subdivision des bandee en sous-bandee : 2, 3, ou 4.
Distrib. Diam. : Répartition des tiges par espèces (ou toutes espèces réunies) par classes diamétriques ex. : 10-19, 20-29 cm ou 4" —8"; 8" — 12" etc. (1" environ 2,5 cm).
Proj. horiz. : projection horizontale du profil donnant l'emplacement des tiges.
Pied : Dessin de la section du pied au ras du sol.
Houppier schématique : contour schématique du houppier sans détails permettant de caractériser l'espèce.
G. B. H. (girth breast height) : circonférence à 1,30 m du sol. x : indique que le renseignement existe.

Échelle des profils.

Si on prend comme référence l'échelle 1/1 de la majorité des profils représentés dans les planches : 1-2-4-5-6-7-8-9-13-14-16-18, les profils suivants sont à l'échelle 5/6 : 3-11-12-15.
6/5 : 10.

Les profils 17 (échelle 1/2) et 19 (échelle 2/1) sont à des échelles très différentes. Seuls les profils 14 à 19 sont figurés ici.

CONCLUSION

Les profils représentent la végétation sous une forme normalisée. Ils sont assez suggestifs et comparables entre eux. Il paraît utile de continuer à faire de tels levés. Il est non moins utile de se rendre compte de leur valeur statistique réduite.

Si l'on additionne toutes les surfaces de profils de forêt dense, probablement moins de 10 hectares ont été dessinés, dont moins de 3 ont été publiés, chiffre insignifiant eu égard aux quelques 900 millions ou 1 milliard d'hectares de forêt dense dans le monde. Surexploiter un ou quelques profils en particulier au point de vue floristique et quantitatif comme ont pu le faire Grubb et Takeuchi, et nous-mêmes dans une certaine mesure nous paraît injustifié.

Les lois floristiques ou structurales sont à rechercher sur des surfaces beaucoup plus grandes que des 1/20 ou des 1/10 d'hectares de forêt dense, et il faut s'abstraire des méthodes et des critères de surface de la phytosociologie traditionnelle si l'on veut comprendre les mécanismes

du dynamisme interne de la forêt dense, les processus de sa régénération, de ses micromodifications floristiques, de sa stabilité d'ensemble.

D'où l'intérêt d'inventaires scientifiques sur de grandes surfaces, financièrement réalisables seulement à la faveur des grands inventaires forestiers commerciaux qui se sont développés depuis plus de vingt ans, dont malheureusement le potentiel d'infrastructure est en général ignoré, et dont les résultats sont scientifiquement sous-exploités.

Bibliographie

1. Ashton P. S. — Ecological studies in the mixed dipterocarp forests of Brunei State. Oxford Forestry, Memoirs n° 25, 75 p., 70 fig. nb. tabl. (1964).
2. Aubréville A. — La forêt de la Côte-d'Ivoire. Essai de géobotanique forestière. Bull. Comité d'Études historiques et scientifiques de l'AOF. **15** (2-3) : 205-249 (1932).
3. — Les brousses secondaires en Afrique équatoriale. Bois For. Tropiques **2** : 24-49 (1947).
4. — Climats, forêts et désertification de l'Afrique tropicale, 351 p. (1949).
5. — Étude écologique des principales formations végétales du Brésil C.T.F.T., 268 p. (1961).
6. — Principes d'une systématique des formations végétales tropicales. Adansonia, ser. 2, **5** (2) : 153-196 (1965).
7. Beard J. S. — The Mora forests of Trinidad, British West Indies. J. Ecology **33** : 173-192 (1946).
8. — The natural vegetation of Trinidad. Oxford Forestry Memoirs n° 20, 152 p. (1946).
9. Burgess P. F. — The structure and composition of lowland tropical rain forest in North Borneo. Malayan Forester **24** (1) : 66-80 (1961).
10. Cousens J. E. — Some notes on the composition of lowland tropical rain forest in Rengam Forest Reserve, Johore. Malayan Forester **14** (3) : 131-139 (1951).
11. Dansereau P. — Description and recording of vegetation upon a structural basis. Ecology **32** : 172-229 (1951).
12. Davis T. A. W.; Richards P. W. — The vegetation of Moraballi Creek, British Guiana; an ecological study of a limited area of Tropical Rain Forest. J. Ecology **21** : 350-384 (1933); **22** : 106-155 (1934).
13. Dawkins H. C. — Crown diameters : their relation to bole diameter in tropical forest trees. Commonwealth Forestry Review **42** (114) : 318-333 (1963).
14. Dillewijn F. J. Van. — Steutel voor de interpretatie van begroeiingsvormen uit luchtfoto's 1/40 000 van het Noordelijk deel van Suriname. Paramaribo. 33 Stéréogrammes au sol + 33 stéréogrammes aériens 1/40 000 (1957).
15. Donis C. — Essai d'économie forestière au Mayumbe. Ser. Scientif. INEAC n° 37, 92 p. (1948).
16. Fanshawe D. B. — The vegetation of British Guiana. A preliminary review. Imp. For. Institute, Paper n° 29, 96 p. (1952).
17. Francis E. C. — Crowns, boles and timber volumes from aerial photographs and field surveys. Commonwealth For. Review **45** : 32-66 (1966).
18. Francke A. — Zur Gliederung der forstlich wichtigeren Vegetations-formationen des tropischen Afrikas. Kolonialforstl. Mitteilungen V I, 44 p., 44 fig. (1942).
19. Grubb P. J., Lloyd J. R., Pennington T. D., Whitmore T. C. — A comparison of montane and lowland rain forest in Ecuador. I The forest structure, physionomy and floristics. J. Ecology **51** (3) : 567-599 (1963).
20. Hallé N., Le Thomas A., Gazel M. — Trois relevés botaniques dans les forêts de Belinga, N.-E. du Gabon. Biologia Gabonica **3** (1) : 3-16 (1967).

21. Heinsdijk D. — Dryland forest on the tertiary and quaternary south of the Amazon river. FAO Report n° 1284, 100 p., nb. fig. (1960).
22. Holdridge L. R. — Life zone ecology (provisional edition) 124 p., 100 photogr. + 6 p. Bibliogr. Tropical Science Center. San José Costa Rica; revised edition, 206 p. (1967).
23. Holmes C. H. — The broad pattern of climate and vegetational distribution in Ceylon. Proc. Kandy Symposium UNESCO : 99-114 (1956).
24. Lamprecht H. — Über Strukturuntersuchungen im Tropenwald. Zeitschrift f. Weltforstw. **17** (5) : 161-168 (1954).
25. — Über Profilaufnahmen im Tropenwald. Proc. 12 Congress IUFRO. Oxford **2** : 35-43 (1956).
26. — Der Gebirgs-nebelwald der venezolanischen Anden, Schweiz. Zeitschr. Forstw. **2** : 1-27 (1958).
27. — Ensayo sobre la estructura floristica de la parte suroriental del Bosque universitario « El caimital » Estado Barinas. Revista For. Venezolana **6** (11-12) : 77-119 (1964).
28. Lindeman J. C., Moolenaar S. P. — Preliminary survey of the vegetation types of northern Suriname. 45 p., 1 carte 1/400 000, 6 profils (1959).
29. Macabeo M. E. — Correlation of crown diameter with stump diameter, merchantable lenth and volume of white lauan *Pentacme contorta* (Vid.) Merr. et Rolfe in Tagkawayan forests, Quezon Province. The Philippine J. of For. **13** (1-2) : 99-117 (1957).
30. Nelson-Smith J. H. — Forest associations of British Honduras. Caribbean Forester **6** (1-2) : 45-61, 3 profils (1945); **6** (3) : 131-147, 3 profils (1945).
31. Newman I. V. — Locating strata in tropical rain forest. J. Ecology **42** : 218-219 (1954).
32. Odum H. T., Copeland B. J., Brown R. Z. — Direct and optical assay of leaf mass of the lower montane rain forest of Puerto Rico. Proc. Nat. Acad. Sci. Wash. **49** : 429-434 (1965).
33. Paijmans K. — Interpretation of aerial photographs in a virgin forest complex : Malili, Celebes, Indonesia. Tectona **41** : 111-135 (1951).
34. Richards P. W. — Ecological observations on the rain forest of Mount Dulit, Sarawak. J. Ecology **24** (1) : 1-37; (2) : 340-360 (1936).
35. — Ecological studies on the rain forest of southern Nigeria I. The structure and floristic composition of the primary forest J. Ecology **27** : 1-61 (1939).
36. — The tropical rain forest 450 p. Cambridge Univ. Press. (1952).
37. Richards P. W., Tansley A. G., Watt A. S. — The recording of structure, life form and flora of tropical forest communities as a basis for their classification. J. Ecology **28** : 224-239 (1940).
38. Robbins R. G., Wyatt-Smith J. — Dryland forest formations and forest types in the Malayan peninsula. Malayan Forester **27** (3) : (1964).
39. Stehle H. — Les types forestiers des Iles Caraïbes. Carib. Forester. Suppl. : 273-474 (1945); 337-709 (1946).
40. Swellengrebel E. T. G. — On the value of large scale aerial photographs in British Guiana forestry. Empire For. Review **38** : 54-61 (1959).
41. Takeuchi M. — (1961-1962). The structure of the amazonian vegetation. J. Fac. Sci. Univ. Tokyo, II. Tropical rain forest. Sect. 3 (8) : 1-26 (1961); IV. High campina forest of the Upper Rio Negro. Sect. 3 (8) : 279-288 (1962); V. Tropical rain forest near Uaupès. Sect. 3 (8) : 289-296 (1962).
42. Trochain J. — Nomenclature et classification des types de végétation en Afrique Noire Française. Bull. I.E.C. Sér. nov., n° 2 : 9-18 (1951).
43. Voorhoeve A. C. — Some notes on the tropical rain forest of the Yoma-Gola National Forest near Bomi Hills. Liberia. Commonwealth For. Review **43** (1) : 17-24 (1964).
44. Webb L. J. — A physionomic classification of australian rain forests. J. Ecology **47** (3) : 551-570 (1959).
45. Wyatt-Smith J. — Manual of Malayan silviculture for inland forests. **2** : Forest Profiles III, 7/45-58 (1963).

Bibliographie complémentaire pour les références de la liste des profils disponibles.

46. Beard J. S. — Montane vegetation in the Antilles. Caribb. Forester **3** (2) : 61-74 (1942).
47. Brooks R. L. — The regeneration of mixed rain forest in Trinidad Caribb. Forester **2** (4) : 164-173 (1941).
48. Beard J. S. — The natural vegetation of the windward. and leeward islands. Oxford Forestry Memoirs n° 21, 192 p. (1945).
49. Stevenson N. S. — Forest associations of British Honduras. Caribb. Forester **3** (4) : 164-171 (1942).
50. Smit I. G. — Inventario de bosques cen fotografias aeras de la region Rio Carare — Rio Opon. Santander Colombia, 48 p. (1964).
51. Jones E. W. — Ecological studies in the rain forest of southern Nigeria IV The plateau forest of the Okomu Forest Reserve. Part. 1. The environment, the vegetation types of the forest and the horizontal distribution of species. J. Ecol. **43** : 564-594 (1955).
52. Germain R., Evrard C. — Étude écologique et phytosociologique de la forêt à *Brachystegia Laurentii*. INEAC Ser. Scientif. n° 67, 105 p., 7 photos (1956).

(Voir Annexe, pages suivantes).

PROFILS DE FORÊTS DENSE OPICALES DE PLAINE

PAYS ET LIEU	ALT. m	RÉF.	LISTE ESP.	TYPE DE FORÊT	DIM. PARCELLE	AUT. MIN.	Subdiv. Bandes	Distr. Diam.	Proj. horiz.	Pied	Proj. Houp.	Houppier schémat.	OBSERVATIONS SUR LE PROFIL
AMÉRIQUE													
Trinidad Mayaro		(7)-36	×	*Carapa-Eschweilera*	25 × 200'	15'	1						
" N. Ltanga	< 600	(46)	×	*Licania-Byrsonima*	"	15'	1						schématique
" Arena res.		(47)	×	*Carapa-Eschweilera*	"	15'	1						
Antilles Dominica		(48)-36	×	*Dacryodes-Sloanea*	"	15'	1						
" Santa Lucia	250	(48)	×	*Licania-Oxythece*	"	15'	1						
" "		(48)	×	*Dacryodes-Sloanea*	"	15'	1						
" Grenada	400	(48)	×	*Dacryodes excelsa*	"	15'	1						
" "	500	(48)	×	*Dacryodes* "	"	15'	1						
British Honduras	50	(49)	×	*Orbignya-Dialium-Virola*	½ × 2 chain	10'	2						
" "			×		1 × 2 chain	p. princip.	1						
" "	50	(30)	×	" " "	½ × 3 chain	15'	1					×	schématique
" "		(30)	×		"	20'	1					×	"
" "		(30)	×		"	20'	1					×	"
" "	50	(30)	×	*Broken Ridge*	½ × 3 chain	20'	1					×	"
" "		(30)	×	*Achras Zapota*	"	20'	1					×	
Venezuela Estado Merida	100	(25)	×		10 × 80 m	0 cm Diam.					×	×	
Colombie Santander	200	(50)		3 profils	largeur ?								très schématique
Equateur Shingulpino	380	(19)			25 × 200'	15'	1						liste partielle d'espèces
Guyane Mazaruni Riv.		-36	×	*Eperua*	25 × 200'	25'	1						schématique
ex. britan.		(12)-36		*Mixed forest*	25 × 135'	15'	1						
Bartica		(16)		*Eschweilera*	"	30'	1						très schématique
Pataro River		(16)		*Eschweilera-Dicymbe*	"	30'	1						liste partielle d'espèces
Essequibo Riv.		(16)		*Eperua*	"	30'	1						" " "
Surinam		(28)	×	2 profils	5 × 140 m 5 × 140 m 10 × 140 m	5-10 m 10-20 m > 20	3		×	×			
Brésil		(41)	×	Rain forest terra firma	10 × 60 m	3 m	1	×	×	×		×	
"		(41)	×	"	10 × 60	3 m	1		×	×		×	
"		(41)	×	"	10 × 65	3 m	1		×	×		×	
"		(41)	×	"	10 × 40	3 m	1		×	×		×	
"		(41)	×	"	10 × 50	3 m	1						
"		(41)	×	"	10 × 40	3 m	1		×	×			
" Haut Rio negro	90	(5)	×		5 × 35	3 m	1					×	
" Manaos		(5)	×	Forêt sur plateau argileux	5 × 100	3 m	1					×	
AFRIQUE													
Nigeria-Shasha For. Res.	75	(35)-36	×	Mixed forest. 2 profils	25 × 200'	15'	1		×				
" Okomu For.		(51)	×	" High forest " un peu semi-décidue	25 × 500'	15'	1						schématique à travers plusieurs formations
Libéria, Yoma-Gola National For		(43)		*Tetraberlinia tubmaniana*	25 × 200'	15'	1		×	×			
Côte d'Ivoire, Banco		(3)	×	Vieille forêt secondaire	4 × 50 m	2 m	1						distribution des hauteurs
		(3)	×	" " "	"	2 m	1						"
Gabon-Kango		(3)	×	Vieille forêt secondaire	5 × 50 m	5 m	1						
Congo-Kinshasa		(52)	×	*Brachystegia Laurentii*	10 × 80 m 5 × 80 m	8 m 4 m	2					×	
ASIE													
Malaisie-Johore	100	(10)		Mixed Dipterocarp.	1 × 5 chain	25'	4	12-15" 25-50" 50" +	×	×		× ×	Dipterocarp. notées D : schématique
" Pahang centre	150	(38)	×	*Shorea-Dipterocarpus*	25' × 200'	25'	1						
" Negri Sembilan		(38)	×	*Dipterocarpus*	"	"	1					×	schématique
" Pahang sud		(38)	×	*Dryobalanops*	"	"	1					×	"
" Pahang		(38)	×	*Balanocarpus*	"	"	1					×	"
" Selangor		(38)	×	*Koompassia-Burseraceae*	"	"	1					×	"
" Selangor	300	(38)	×	Hill Dipterocarp.	25' × 200'	25'	1					×	"
Bornéo Mt Dulit Sarawak	300	(34)-36		Mixed Dipterocarp. 2 profils	"	25'	1					×	"
" Sabah (N. Bornéo)		(9)	×	" 3 profils	25 × 200'	15'	1	×				×	"
" Brunei	20-100 550-550 650	(1)	×	" 5 profils	"	15'	1						
Ceylan Kaltawa forest		(30)	×	Mixed Dipterocarp. 1 Profil	1/2 × 1 chain 1/4 × 1/2 " 6' × 1/2 "	2' G. B.H < > 6" 6" G. B. H						× × ×	
OCÉANIE													
Niles-Hébrides Vanikoro				*Agathis macrophylla*	25' × 200'	20'	1					×	

Source : MNHN, Paris

PROFIL N° 3 — 10 × 50 m

Famille	Nom scientifique	Nom vénézuélien	Diamètres en cm					Numéro des arbres
			< 5 (H > 4 m)	5-9	10-19	20-29	29-30	
Annon.	*Duguelia*	Yarayara	2					20-128
	Unonopsis glaucopetala	Yarayara negra	1					79
Bignon.	*Jacaranda obtusifolia*	San José		1	1			100-113
Bomb.	*Calostemma commune*	Baraman		1	1			8-9
Burs.	*Protium decandrum*	Azucarito	7	2	2			13-30-32-111-116-117-119-145-149-151-153
Cæsal.	*Brownea latifolia*	Rosa de montaña	4	7	1			33-36-50-60-66-73-74-75-86-112-122-144
Euph.	*Drypetes variabilis*	Kerosen	1					143
	Mabea piriri	Pata de Pauji	1					23
Flacourt.	*Banara nitida*	Cayenito						19
Guttif.	*Rheedia*	Cozoiba picuda	1		1			91
	Symphonia globulifera	Mangle amarillo		1				77
Laur.	*Beilschmiedia*	Aguacatillo moises	1	4				64-69-90-96-138
	Ocotea martiana	Laurel baboso			1			65
Lecyth.	*Couratari pulchra*	Capa de tabaco		1				142
	Eschweilera corrugata	Guacharaco rosado	1	2		1	1	6-58-68-80-137
	Eschweilera grata	Cacaito	2					129-148
	Eschweilera subglandulosa	Majaguillo			3			46-59-95
	Gustavia augusta	Merguo	4	6	1			51-55-56-71-92-102-120-121-147-150-152
Melast.	*Mouriri Huberi*	Guarataro		2				132-141
Meliac.	*Carapa guianensis*	Carapa		1				118
	Cedrela odorata	Cedro rojo			1			125
	Guarea Schomburgkii	Carapillo	1	1	1			29-53-99
	Trichilia	Bizcochuelo negro	1					49
Mimos.	*Inga*	Guamo cimbrapotro	3	2	2			22-44-57-81-98-127-133
	Pentaclethra macroloba	Clavellino				1	1	14-28
Myrt.	*Eugenia pseudopsidium*	Guayabito blanco			1			146
	Myrcia splendens	Guayabito negro			2			52-135
	?	Guayabito zaba			1			94
Nyct.	*Torrubia cuspidata*	Casabe		1			(70)	88-110

Ochn.	*Ouratea Sagotii*	Pilon amarillo	2					41-78
Palm.	*Iriartea*	Cola de pescado		1				84
Papil.	*Alexa imperatricis*	Leche de cochino	2	1				3-5-15
	Clathrotropis brachypetala	Caicareño montañero		1				54
	Platymiscium?	Roble blanco	1			1		76-131
	Pterocarpus officinalis	Cacu					(50)	101
Rosac.	*Couepia glandulosa*	Merecure Teran					(40)	93
	Hirtella racemosa	Picapica morada	1	1				10-18
	Licania densiflora	Hierrito	4	1				1-48-97-109
Sapind.	*Toulicia guianensis*	Carapo blanco	3	3	1			17-25-37-62-70-72-108
Sapot.	*Chrysophyllum auratum*	Caimito morado		2				63-83
	Pouteria cf. trilocularis	Rosado				1		12
Verb.	*Citharexylum macrophyllum*	Totumillo blanco			1			87
Violac.	*Rinorea riana*	Gaspadillo marron	1					115
	LIANES							
?		Bejuco Alatriquillo		1				123
Bign.		Barqui	1					27
Bign.		Barqui disciplinado	3	2				42 104-105-107-140
Cæsal.	*Bauhinia guianensis*	de Cadena		2				47-139
	Paullinia aff. linescens	Cresta de Gallo	1	1				39-124
Legum.?		Curare	2					43-106
Legum.		Matapalo	3					31-38-45
Verb.	*Petrea aspera*	de Mayo	5					11-21-67-130-134
Combr.	*Combretum*	Melero	1					24
Malpi.	*Lophopterys splendens*	Melocoton	1	1				114-136
Conn.	*Rourea frutescens*	Negro	1					16
Papil.	*Dioclea guianensis*	Ojo de zamuro	1					2
Rham.	*Gouania*	Rastrojero	1					4
		Rebalsero	1					126
Hippoc.	*Cuernea Kappleriana*	Sangrito	3	1				26-34-35-40
Menisp.	*Anomospermum Schomburgkii*	Tragavenado		1	1			61-85
Malpi.	*Tetrapteris*	Yacare	2	1				7-82-103
		Zarzahueco		1				89
		TOTAL..............	70	53	22	4	2	1 de 40; 1 de 50; 1 de 70

PROFIL N° 4 — 10 × 50 m

Famille	Nom scientifique	Nom vénézuélien	Diamètres en cm < 5 (H > 4 m)	5-9	10-19	20-29	30-39	Numéro des arbres
Annon.	*Unonopsis glaucopetala*	Yarayara negra	2					107-111
Apocyn.	*Aspidosperma excelsum*	Canjilon negro			1			39
	Aspidosperma Marcgravianum	Canjilon amarillo		1				131
	Aspidosperma megalocarpon	Hielillo blanco	2	2	1			61-119-166
Bignon.	*Tabebuia stenocalyx*	Purguillo blanco	2	1				43-44-167
Bomb.	*Eriotheca*	Cedro dulce			1			149
Burser.	*Protium decandrum*	Azucarito		3	1			72-97-137-154
	Protium neglectum	Azucarito blanco	1					151
	Protium sp.	Caraño			1			152
	Protium sp.	Caraño blanco	1					49
	Tetragastris (panamensis?)	Aracho	4	2				5-26-64-96-108-147-163
	Tetragastris sp.	Caraño negro	5	1		1		56-62-116-122-125-153-155
	Tetragastris?	Tacamajaca	1	1	1			127-156-158
Cæsalp.	*Swartzia sp.*	Macho		1				160
	Tachigalia paniculata	Palo de Maria	2	1				68-69-162
Dichap.	*Tapura guianensis*	Jabon	2	3				38-42-73-75-129
Eben.	*Diospyros melinonii*	Moradito		1				65
Euphorb.	*Chætocarpus Schomburgkianus*	Cacho	1	3	2	3	3	15-27-47-50-78-85-91-110-123-128-134-144
	Drypetes variabilis	Kerosen	1					105
Guttif.	*Tovomita brevistamina*	Coloradito	1	1				29-77
Laur.	*Ocotea duotincta*	Laurel verde			1			139
Lecyth.	*Couratari pulchra*	Capa de tabaco	1					140
	Eschweilera grata	Cacaito	2	5	1			10-34-87-89-99-135-142-143
	Eschweilera odora	Cacao	3					7-51-132
Mim.	*Inga sp.*	Guamo macho	1		1			57-150
Myrt.	*Eugenia pseudopsidium*	Guayabito blanco	1					117

	Myrcia splendens	Guayabito negro	6	9				1-2-9-11-12-16-18-19-21-28-35-63-76-98-112
Papil.	*Diplotropis purpurea*	Congrio				1		54
Polygon.	*Coccoloba*	Uvero blanco	1					103
Quiin.	*Quiina guianensis*	Cola de pava chiquita	2					60-130
Rhiz.	*Cassipourea guianensis*	Mamoncillo blanco		1				81
Rosac.	*Hirtella americana*	Terciopelo blanco	3					48-71-164
	Licania alba	Hierro	1	1				13-40-118
	Licania densiflora	Hierrito	1					53
Rubiac.	*Rudgea Hostmanniana*	Comida de danto	1					36
Sapind.	*Cupania hirsuta*	Chaparrillo		1				32
Sapot.	*Chrysophyllum sp.*	Caimito amarillo		1	2	1		14-33-101-161
	Ecclinusa guianensis	Chicle	1	2	1	2		6-41-55-59-83-113
	Manilkara bidentata	Purguo	5	2	2			4-106-136-138-141-145-157-159-168
	Manilkara	Pendare				1		120
	Pouteria af. eugeniifolia	Purguillo Felix		1				22
	Pouteria sp.	Caimito negro	2	2		1	1	58-93-104-109-124-133
	?	Chicle rosado					(40)	24
Simar.	*Simaba multiflora*	Congrillo	1					146
?		Chaparrillo negro	2	1				100-121-148
?		Chaparrillo peludo	2					3-70
	LIANES							
?		Bejuco Amarillo	1					67
Dillen.	*Doliocarpus dentatus*	Chaparrillo	1	1				80-86
Polyg.	?	Guayapapon	1	2				37-46-90
Legum.	?	Matapalo	2					25-94
Malpig.	*Lophopterys splendens*	Melocoton	4	2	1			8-17-20-23-66-92-95
Conn.	*Rourea frutescens*	Negro	7					30-31-52-79-82-84-165
Apocyn.	*Forsteronia guyanensis*	de Sapo	2	2				74-102-114-115
Menisp.	*Anomospermum Schomburgkii*	Tragavenado	1					45-126
Polygon..		Vaquirito	1					88
		TOTAL..............	79	54	17	11	3	1 de 40

LISTE ALPHABÉTIQUE DES NOMS VERNACULAIRES

avec le nom scientifique correspondant et la présence dans 8 profils 10 × 50 m de forêt dense de plaine de la GUYANE VÉNÉZUÉLIENNE.

		Nº DES PROFILS							
		1	2	3	4	5	6	8	10
Aguacatillo moises	*Beilschmiedia curviramea* (Meissn.) Mez			+					
Ajisillo	*Cymbopetalum brasiliense* (Vell.) Benth.						+		
Alatrique blanco	*Cordia exaltata* Lam.		+				+		
Alatrique negro	*Cordia fallax* Johnston	+					+		
Alatrique peludo	*Cordia nodosa* Lam.		+						
Aracho	*Tetragastris (panamensis* Engl.*)?*	+	+		+		+		+
Azucarito	*Protium decandrum* (Aubl.) March.			+	+	+	+		
Azucarito blanco	*Protium neglectum* Swartz.				+	+			
Bampara	*Pouteria venosa* (Mart.) Bæhni		+						
Baraman	*Catostemma commune* Sandw.			+					
Bizcochuelo negro	*Trichilia*			+					
Cacaito	*Eschweilera grata* Sandw.	+	+	+	+		+	+	+
Cacao	*Eschweilera odora* (Pœpp.) Miers.				+	+		+	
Cacho	*Chætocarpus Schomburgkianus* (O. Ktze) Pax et Hoffm.	+	+		+		+	+	+
Cacho de venado	*Amaioua guianensis* Aubl.	+	+						
Cacú	*Pterocarpus officinalis* Jacq.			+					
Calcareño montañero	*Clathrotropis brachypetala* (Tul.) Kleinh			+					
Caimito amarillo	*Chrysophyllum*				+	+			
Caimito blanco	*Pouteria aff. anibæfolia* (A. C. Smith) Bæhni	+	+				+	+	
Caimito morado	*Chrysophyllum auratum* Miq.			+		+	+	+	
Caimito negro	*Pouteria*	+	+		+		+		
Cajiman	*Clarisia racemosa* (R. et P.) Berg.						+		
Canelito	*Vochysia Lehmannii* Hier.	+							
Canjilon amarillo	*Aspidosperma Marcgravianum* Woodson	+			+				
Canjilon negro	*Aspidosperma excelsum* Benth.	+	+		+	+	+		+
Canutillo	*Marantaceae*					+			
Capa de tabaco	*Couratari pulchra* Sandw.			+	+				
Capurillo	*Micropholis melinoniana* (Pierre) Bæhni							+	
Caramacate	*Piranhea longepedunculata* Jablonski								+
Caraño	*Protium*				+				
Caraño blanco	*Protium*				+				
Caraño negro	*Tetragastris*	+	+		+		+	+	+
Carapa	*Carapa guianensis* Aubl.	+	+	+		+			
Carapa lisa	*(Carapa guianensis* Aubl.*?) var?*					+			
Carapillo	*Guarea Schomburgkii* C.D C			+					
Carapo blanco	*Toulicia guianensis* Aubl.			+		+	+		
Carboncito	*Diospyros lissocarpioides* Sandw.					+	+		

		N° DES PROFILS							
		1	2	3	4	5	6	8	10
Carne asada	*Myrcia paivæ* Berg. (?)		+						
Casabe	*Torrubia cuspidata* (Heim.) Standl.			+					
Caucho	*Sapium*							+	
Cayenito	*Banara nitida* Spruce			+					
Cedro dulce	*Eriotheca*				+				
Cedro rojo	*Cedrela odarata* L.			+					
Clavellino	*Pentaclethra macroloba* (Willd.) Ktze.			+		+			
Cojon de verraco chiquita	*Tabernæmontana?*						+		
Cola de pava chiquita	*Quiina guianensis* Aubl.	+	+		+			+	
Cola de pescado	*Iriartea*			+					
Coloradito	*Tovomita brevistamina* Engl.	+			+			+	+
Comida de danto	*Rudgea Hostmanniana* Benth.				+				
Congrillo	*Simaba multiflora* Fuss.		+		+		+		
Congrio	*Diplotropis purpurea* (Rich.) Amsh.				+				
Conserva	*Duroia*	+							
Copeicillo	*Symphonia globulifera* L.f.					+			
Copey	*Clusia*	+	+						
Cototeriz montañero	*Talisia reticulata* Radlk.		+						
Cozoiba picuda	*Rheedia*			+					
Cuajo	*Virola surinamensis* (Rol.) Warb.					+			
Cuajo negro	*Virola sebifero* Aubl.	+							
Curarina chiquita	*Pithecellobium* Ducke								+
Chaparrillo	*Cupania hirsuta* Radlk.		+		+				
Chaparrillo negro	?				+		+	+	+
Chaparillo peludo	?		+		+		+		+
Charo macho	*Helicastylis tomentosa* (P et E.) Rusby					+	+		
Charo negro	*Moroceæ*	+	+				+		
Chicle	*Ecclinusa guianensis* Egma		+		+	+	+		+
Chicle rosado	*Sapotaceæ*		+		+		+		
Chupon	*Chrysophyllum*								+
Espina de erizo	*Sloanea*	+							
Gaspadillo marron	*Rinorea riana* (DC) Kuntze			+					
Gaspadillo negro	*Paypayrola longifolia* Tul.	+	+					+	+
Guacharaco rosado	*Eschweilera corrugata* (Poit.) Miers.			+		+			
Guamillo	*Sclerolabium paniculatum* Vog.					+	+		
Guamo cimbrapotro	*Inga*			+					
Guamo macho	*Inga*				+				
Guamo negro	*Inga capitata* Desv.					+			
Guamo verde	*Inga*	+							
Guarataro	*Mouriri Huberi* Cogn.			+					+
Guayabillo blanco	*Myrciaria floribunda* (Willd.) Berg.		+						
Guayabillo negro	*Myrtaceæ*						+		
Guayabito blanco	*Eugenia pseudopsidium* Jacq.		+	+	+		+		
Guayabito negro	*Myrcia splendens* (S. W.) DC.		+	+	+		+		+
Guayabito piedrero	*Myrtaceæ*						+		
Guayabito zaba	*Myrtaceæ*			+		+	+		
Guayapapon	*Coccoloba*						+		
Hicaco	*Caraipa Richardiana* Lamb.	+	+			+		+	
Hielillo blanco	*Aspidosperma megalocarpon* M. Arg.		+		+		+	+	+
Hierrillo blanco	*Licania parvifructa* Fanshawe et Maguire	+							
Hierrillo negro	*Licania rufescens* Klotzsch ex Fritsch	+							
Hierrito	*Licania densiflora* Kleinh			+	+	+	+	+	+
Hierro	*Licania alba* (Bernouilli) Cuatr.				+	+		+	
Hueso de pescado amarillo	*Pithecellabium pedicellare* (DC) Benth.					+			
Jabon	*Tapura guianensis* Aubl.	+	+		+	+	+		
Javaito	*Eugenia kaieteurensis* Amsh.		+						

		Nº des profils							
		1	2	3	4	5	6	8	10
Kerosen	*Drypetes variabilis* Uitt.	+	+	+	+		+	+	+
Laurel baboso	*Ocotea martiana* (Nees.) Mez.			+					
Laurel marron	*Lauraceæ*	+							
Laurel negro	*Endlicheria cocuirey* Kosterm.	+					+		
Laurel paragüito	*Ocotea cf. subalveolata* C. K. Allen						+	+	+
Laurel Rollet	*Aniba excelsa Kosterm.*		+						
Laurel verde	*Ocotea duotincta C. K. Allen*	+			+				
Leche de cochino	*Alexa imperatricis* (Schomb.) Baill.			+		+		+	
Lechero blanco	*Sapium*		+						
Macho	*Swartzia*		+		+				
Majagua	*Sterculia pruriens* (Aubl.) Schum.		+			+			
Majaguillo	*Eschweilera subglandulosa* (Steud.) Miers.	+		+			+	+	+
Majagüillo negro	*Eschweilero cf. trinitensis* A. C. Smith et Beard.	+	+						
Mangle amarillo	*Symphonia globulifera* L. f. (var.?)			+					
Manglillo	*Pausandra flagellorachis* Lanj.					+			
Mamoncillo blanco	*Cassipourea guianensis* Aubl.	+			+	+	+	+	
Matapalo	*Ficus sp.*							+	
Melocotoncito	*Hippocrateaceæ*		+						+
Merecure montañero	*Parinari Rodolphii* Hub.							+	
Merecure Teran	*Couepia glandulosa* Miq.			+					+
Merecurillo	*Parinari excelsa* Sabine	+	+						
Merguo	*Gustavia augusta* Alm.			+					
Mora	*Dimorphandra Gonggrijpi* Kleinh							+	
Moradito	*Diospyros melinonii* (Hieron.) A. C. Smith	+				+			
Mureillo	*Erisma uncinatum* Warm.		+						+
Palo de Maria	*Tachigalia paniculata* Aubl.				+	+			
Paraguito	?						+		
Pata de danto	*Terminalia amazonia* (Gmel.) Exell.					+	+		
Pata de grulla	*Faramea torquata* M. Arg.						+		
Pata de pauji	*Mabea piriri* Aubl.	+	+	+		+			
Pata de zamuro	*Astronium Lecointei* Ducke	+							
Pendanga blanca	*Myrtaceæ*		+					+	+
Pendare	*Manilkara*				+				
Pendarito	*Sapotaceæ*					+			
Picapica	*Hirtella?*		+						
Picapica morada	*Hirtella racemosa* Lam.			+			+	+	+
Picaton	*Loxopterygium Sagotii* Hook. f.					+			
Pilon amarillo	*Ouratea Sagotii* (Van Tieg.(Cowan	+	+	+		+	+	+	+
Pilon nazareno	*Licania*							+	
Pilon negro	*Maytenus*	+						+	
Pionio	*Ormosia poræense* Ducke						+		
Purgüillo	*Sapotaceæ*	+	+				+	+	
Purgüillo blanco	*Tabebuia stenocalyx* Sprague et Stapf.				+	+	+		
Purgüillo Felix	*Pouteria aff. eugeniifolia* (Pierre) Bæhni		+		+			+	
Purguo	*Manilkara bidentata* (A. DC) Chev.		+		+	+	+		+
Quina blanca	?						+		
Rabo de candela	*Acanthaceæ*					+			
Roble blanco	*Platymiscium?*			+					
Rosa de montaña	*Brownea latifolia* Jacq.			+					+
Rosado	*Pouteria cf. trilocularis* Cronquist			+					
Sangrito	*Pterocarpus*		+						
San José	*Jacaranda obtusifolia* (Vahl) Michelson			+		+			
Saquiyak	*Melastomaceæ*					+			
Saquiyak morado	*Melastomaceæ*		+						
Suipo	*Trichilia Schomburgkii* C.DC.	+	+			+		+	+
Tacamajaca	*Tetragastris?*	+	+		+		+	+	
Tampipio	*Couroupita multiflora* (Smith) Eyma	+							
Terciopelo .	*Calycorectes*						+		
Terciopelo blanco	*Hirtella americana* L.				+				

		Nᵒ DES PROFILS							
		1	2	3	4	5	6	8	10
Tinajito	*Lecythis Davisii* Sandw.		+			+			
Totumillo blanco	*Citharexylum macrophyllum* Poir.			+					
Totumillo morado	*Vitex Stahelii* Moldenke								+
Uvero blanco	*Coccoloba*				+				
Yarayara	*Duguetia*			+		+	+	+	
Yarayara amarilla	*Anaxagorea*							+	
Yarayara amarilla chiquita	*Duguetia pycnastera* Sandw.		+			+		+	
Yarayara negra	*Unonopsis glaucopetala* R. E. Fr.			+	+		+	+	
Yarayara rebalsera	*Annonaceæ*					+			
Yiguire	*Pipladenia psilostachya* (DC.) Benth.		+						
Zapatero	*Peltogyne porphyrocardia* Griseb.		+						
Bejuco de Agua	*Doliocarpus guianensis* (Aubl.) Gilg					+			
Alatriquillo	?			+					
Amarillo	?		+		+	+	+		
Arestin	*Mimosaceæ*	+							
Barqui	*Bignoniaceæ*			+					
Barqui disciplinado	*id*			+					
Barqui negro	*id*						+		+
Blanco	*Arrabidaea Fanshawei* Sandw.	+				+	+		
Brusquillo	*Cassia*						+		
de Cadena	*Bauhinia guianensis* Aubl.			+					
Concha de Caiman	?					+			
Corona	*Smilax*					+			
Cresta de Gallo.	*Paullinia aff. tinescens* Rydb.			+					
Curare	?			+					
Chaparrillo	*Doliocarpus dentatus* (Aubl.) Standl.				+			+	
Diente de Culebra	?		+						
Guayapapon	*Coccoloba?*				+	+			
Matapalo	*Legum.*			+	+		+	+	+
de Mayo	*(Petrea aspera Jurez)?*			+					
Melocoton	*Lophopterys splendens* Juss. var. *obovata*	+	+	+	+		+	+	+
Melero	*Combretum*			+					
Negro	*Rourea frutescens* Aubl.	+	+	+	+		+	+	+
Ojo de Zamuro				+					
Palmito	?		+				+		+
Pantalla	*Norantea guinensis* Aubl.					+			
Peludo	*Legum.*								+
Polea	*Cæsalpin?*							+	
Raya	*Piperaceæ*						+		
Rastrojero	*Gouania*			+					
Rebalsero	?			+					
Sangrito	*Cuernea Kappleriana*			+					+
de Sapo	*Forsteronia guyanensis*				+	+	+	+	
Tragavenado	*Anomospermum Schomburgkii* Miers			+	+		+		
Vaquirito	*Polygonaceæ*				+				
Yacare	*Tetrapteris*			+					
Zarzalueco	?			+					

Adansonia, sér. 2, 8 (4) 1968.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE ANATOMIQUE DES BROMÉLIACÉES [1]

par Germain Bonny

Résumé : Chez plusieurs espèces de Broméliacées a pu être mise en évidence l'existence de deux sortes de sclérenchymes, l'un de type classique, l'autre capable de fixer les colorants de la subérine.
Les racines « intra-caulinaires » sont décrites dans quelques espèces.

Summary : Many species of Bromeliaceæ shows two kinds of sclerenchyma: one typical, and another which is able to be coloured by the stains of the suberin.
Intracaulinary roots are described in some species.

HISTORIQUE

Si les premiers travaux sur les Broméliacées datent du xviii[e] siècle, — époque où se situent notamment les descriptions publiées par Plumier — ce n'est qu'à la fin du xix[e] siècle et au xx[e] que sont envisagés les problèmes de leur structure en relation avec leur biologie. Schimper (1884, 1888) met en évidence l'absorption de l'eau par leurs feuilles. Mez (1904) décrit le mécanisme de l'absorption par les écailles des Broméliacées épiphytes. Tietze (1906), par une étude comparative des écailles dans les différents groupes, montre leur spécialisation progressive. Aso (1910) conclut que l'absorption des sels par les écailles est incontestable ches les *Tillandsia*, mais qu'elle est par contre nulle chez l'Ananas. Pour Picado (1913), seules les Broméliacées épiphytes auraient des écailles effectivement absorbantes.

L'anatomie et la morphologie ont été l'objet de travaux de Gaudichaud-Beaupré, Falkenberg (1876), Jorgensen (1878), Boresch (1908), Eames et McDaniels (1925), Solereder et Meyer (1929); Mez (1896) fait une esquisse morphologique et anatomique de quelques Broméliacées. M[lle] Keiline (1915) souligne les relations entre la structure des feuilles et les modes de vie des espèces. Chodat (1936) compare les citernes des Broméliacées à de véritables marécages suspendus. B. H. Krauss (1948, 1949) fait l'étude anatomique des divers organes d'*Ananas comosus* (L.) Merrill.

1. Travail effectué au Laboratoire de Botanique tropicale de la Faculté des Sciences de Paris.

PROBLÈMES POSÉS PAR LA STRUCTURE DES BROMÉLIACÉES

Les « racines intra-caulinaires », qui, avant de sortir à l'extérieur, cheminent dans les parenchymes de la plante, méritaient d'être revues, quant à leur structure et à leur répartition taxinomique.

Si la structure des écailles absorbantes a été décrite, il reste à préciser d'autres éléments des structures xéromorphes des Broméliacées. Le problème se pose particulièrement pour les espèces, — épiphytes ou terrestres, — qui vivent dans des régions dépourvues de pluies pendant de longues périodes, comme les *caatingas* du Nord-Est brésilien. Exposées à une radiation solaire intense, et à une saison sans pluie occupant la majeure partie de l'année, ces espèces posent le problème de leur résistance à ces conditions extrêmes.

Les problèmes écologiques diffèrent suivant les groupes et leur habitat. On peut, parmi les Broméliacées, distinguer :

1) les espèces des régions forestières plus ou moins humides ; si leur substrat (épiphytique ou rupicole) est parfois aride, elles bénéficient par contre de pluies plus ou moins réparties sur l'ensemble de l'année ; c'est parmi elles que se rencontrent les formes à « citernes », c'est-à-dire à réserve d'eau externe ;

2) les espèces des régions arides, dépourvues de pluies pendant de nombreux mois, et soumises à la radiation solaire ; les citernes, qui seraient ici inefficaces, leur font défaut ; par contre on observe chez elles des structures plus ou moins coriaces, et l'on peut, *a priori*, penser qu'elles possèdent des structures anatomiques permettant d'éviter au maximum les pertes d'eau.

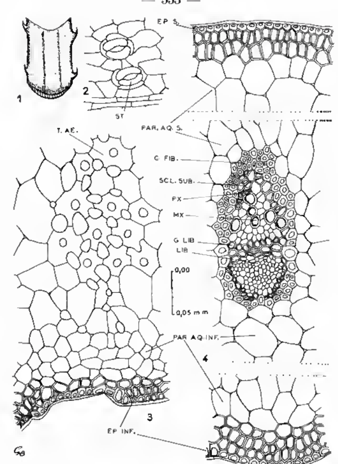
Nous avons tenté de préciser les structures d'un certain nombre d'espèces, appartenant à ces diverses catégories écologiques. Sauf indication contraire, nos spécimens proviennent des serres du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris. Nous tenons à exprimer ici notre reconnaissance à ce grand établissement scientifique. Nous remercions particulièrement M. Rose, Chef des serres, et ses collaborateurs, qui ont aimablement facilité notre tâche. Nous exprimons également notre gratitude à M. le Professeur Adjanohoun, qui nous a envoyé d'Afrique des spécimens de *Pitcairnia feliciana*.

ÉTUDE ANATOMIQUE DE QUELQUES BROMÉLIACÉES

BROMÉLIOÏDÉES

a) **Bromelia? fastuosa** Lindl. (Pl. 1).

Cette espèce, très xéromorphe, possède des feuilles épaisses et remarquablement coriaces, pourvues d'épines crochues et acérées (pl. 1, fig. 1).



Pl. 1. — **Bromelia ? fastuosa** Lindl. : **1,** portion de feuille avec les bords armés d'épines dures et acérées; **2,** épiderme de la feuille avec deux stomates (**ST**) jumelés; **3,** portion de feuille montrant en coupe transversale le tissu aérifère (T.AE.) particulièrement net et développé **4,** détail de la feuille en coupe transversale au niveau d'un faisceau libéro-ligneux. — C. FIB.: cordon fibreux; SCL. SUB. : sclérenchyme colorable par les colorants de la subérine; PX; protoxylème; MX : métaxylème; G. LIB. : gaine libérienne lignifiée; PAR. AQ. : « parenchyme aquifère ».

Ses feuilles présentent de nombreux stomates tétracytiques, groupés par files de 3 rangées, séparées par des zones sans stomates. Les cellules stomatiques, dont les parois sont colorées par le bleu BZL, sont nettement plus grandes que leurs cellules compagnes (pl. 1, fig. 2).

En coupe transversale, on observe dans cette feuille (fig. 3) :

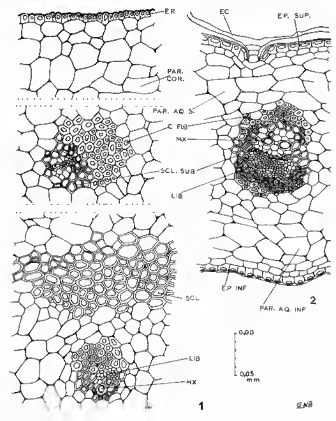
un épiderme à surface onduleuse, — les files de stomates se trouvant dans les dépressions, et les cellules épidermiques ayant des membranes très épaisses;

un parenchyme aquifère, qui comprend, vers la face supérieure,

5-6 assises d'allure palissadique, et vers la face inférieure une dizaine d'assises de cellules presque isodiamétriques;

un tissu aérifère, qui arrive jusqu'aux stomates;

des faisceaux libéro-ligneux entourés d'un anneau de sclérenchyme colorable au bleu BZL et au noir cérol B; les cordons fibreux polaires (C. FIB.) se rejoignent en entourant complètement le faisceau; le liber est abondant, le métaxylème ne comprend que 2-3 vaisseaux et le protoxylème est oblitéré.



Pl. 2. — **Nidularium sp.** : **1**, détail de la tige en coupe transversale. Le parenchyme cortical contient des faisceaux libéro-ligneux; **2**, détail de la feuille en coupe transversale. Le parenchyme aquifère est peu développé. — SCL : sclérenchyme; PAR. COR. : parenchyme cortical.

b) **Nidularium sp.** (Pl. 2).

TIGE (fig. 1) :

épiderme à membranes internes et radiales très épaissies, colorables par les colorants de la lignine; cuticule mince;

parenchyme cortical très abondant, constitué de cellules à membranes minces, souvent avec de petits méats;

nombreux petits faisceaux libéro-ligneux, qui sont probablement des traces foliaires;

parenchyme interne comparable au parenchyme cortical, mais à cellules plus grandes;

dans ce tissu : nombreux faisceaux libéro-ligneux à métaxylème en V; protoxylème oblitéré; autour du phloème et du xylème : anneau de sclérenchyme dont les membranes primaires sont colorables par le noir cérol B;

le parenchyme cortical est séparé du parenchyme « interne » par 4-5 assises de sclérenchyme parfois colorable par le bleu BZL.

Feuille (fig. 2) :

Épiderme à contour plus ou moins sinueux, avec des membranes, internes et radiales, très épaissies; stomates sur la face inférieure;

parenchyme aquifère formé de grandes cellules à parois minces, — presque palissadiques dans la partie basale de la feuille;

liber et métaxylème bien développés, protoxylème disparu ouoblitéré;

autour des faisceaux : anneau de sclérenchyme colorable par le bleu BZL et le noir cérol B (membranes primaires); aux pôles, deux cordons fibreux (C. FIB.) qui se rejoignent parfois pour former un anneau;

tissu aérifère très fragile : cellules étoilées à méats aérifères.

c) **Ananas comosus** (L.) Merrill (Pl. 3).

Échantillon provenant de Côte-d'Ivoire.

Tige (fig. 3, 4) :

épiderme à membranes latérales et interne légèrement épaissies;

parenchyme cortical à membranes minces, raphides d'oxalate et grains d'aleurone; dans ce parenchyme circulent des traces foliaires et des racines « intra-caulinaires »;

parenchyme interne non sclérifié, dans lequel sont dispersés les faisceaux libéro-ligneux;

faisceaux entourés d'une gaine légèrement sclérifiée.

Racine extra-caulinaire (fig. 1) :

assise pilifère à poils nombreux;

écorce externe (EC. I), à membranes minces, parfois à raphides d'oxalate de calcium;

écorce moyenne (EC. II) généralement faiblement lignifiée, souvent seulement dans ses deux assises externes;

écorce interne (EC. III) : grandes cellules à membranes très minces;

endoderme à cellules de section quadrangulaire, à membranes épaissies; 2-3 assises de petites cellules à parois non épaissies sont superposées aux cellules endodermiques (« endoderme secondaire »);

Pl. 3. — **Ananas comosus** (L.) Merrill : **1** et **2**, coupe transversale schématique d'une racine extra-caulinaire (1) et d'une racine intra-caulinaire (2); **3**, schéma de la coupe transversale de la tige montrant la position des racines intra-caulinaires (R.I.C.) à l'intérieur du parenchyme cortical de la tige (PAR. C.); **4**, détail d'un faisceau libéro-ligneux de la tige; **5**, détail du tissu aérifère de la feuille; **6**, détail d'une portion de feuille en coupe transversale; **7**, détail de la partie centrale d'un poil écailleux, montrant la cellule centrale unique (C); **8**, schéma de la coupe transversale de la feuille; **9**, détail de la racine intra-caulinaire en coupe transversale. — F. LB. L. : faisceaux libéro-ligneux; FIB : massifs de fibres de sclérenchyme; EC I : écorce externe; EC II : écorce moyenne lignifiée; EC III : écorce interne; AS. PIL. : assise pilifère. En hachures entrecroisées : le sclérenchyme; en pointillé : le phloème; en hachures simples : le xylème.

péricycle à cellules polyédriques;

plusieurs pôles ligneux souvent peu nets; métaxylème réduit à 1-2 vaisseaux;

parenchyme médullaire très abondant et entièrement lignifié.

Racine « intra-caulinaire » (fig. 2, 9) :

pas d'assise pilifère ni de parenchyme cortical externe;

écorce moyenne de 2-6 assises entièrement sclérifiées;

parenchyme cortical interne, comprenant jusqu'à 10 assises non sclérifiées;

pas d' « endoderme secondaire »;

pour le reste, la structure est semblable à celle des racines extra-caulinaires.

Feuilles (fig. 5, 6, 7, 8) :

épiderme à cellules sinueuses sur la face inférieure, non sinueuses et à cuticule plus épaisse sur la face supérieure; stomates tétracytiques en files longitudinales sur la face inférieure; poils écailleux à une seule cellule centrale (C, fig. 7);

parenchyme aquifère supérieur : 7-8 cellules à membranes minces;

parenchyme aquifère inférieur : jusqu'à 13 assises de cellules, de plus grande taille, à membranes minces;

fibres dans les parenchymes aquifères;

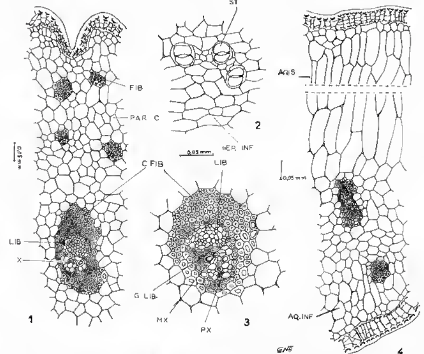
tissu aérifère bien développé, à cellules étoilées avec méats;

faisceaux libéro-ligneux encadrés par :

un anneau de sclérenchyme,
une gaine libérienne,
deux cordons fibreux aux pôles.

L'anneau de sclérenchyme et la gaine libérienne sont colorables par le bleu BZL., le noir Cérol B et le rouge Soudan (membrane moyenne).

d) **Acanthostachys strobilacea** (Schult. f.) Klotzsch. (Pl. 4).



Pl. 4. — **Acanthostachys atrobilacea** (Schult.) Klotzsch : **1**, détail de la hampe florale en coupe transversale; **2**, détail de l'épiderme inlérieur de la feuille avec des stomates (ST); **3**, détail d'un faisceau libéro-ligneux de la hampe florale; **4**, détail de la leuille en coupe transversale. — **FIB.** : fibres de sclérenchyme; **C. FIB.** : cordons fibreux coiffant les laisceaux cribro-vasculaires; **AQ. SUP.** : parenchyme aquifère supérieur; **AQ. INF.** : parenchyme aquifère inférieur; **G. LIB.** : gaine libérienne.

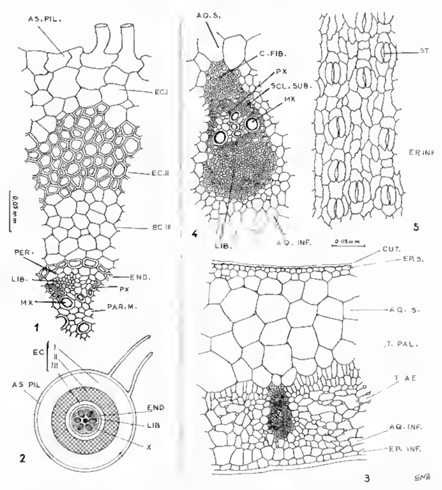
HAMPE FLORALE (fig. 1, 3) :

épiderme à parois latérale et interne très épaissies; cuticule très épaisse;

hypoderme à cellules allongées;

parenchyme cortical à grandes cellules, à membranes minces; des faisceaux de fibres, en deux cercles, y sont dispersés;

faisceaux libéro-ligneux à phloème et métaxylème bien développés; protoxylème souvent résorbé; anneau de sclérenchyme et gaine libérienne colorables par le noir cérol B et le rouge Soudan.



Pl. 5. — **Vriessa splandans** (Brongn.) Lem. : **1**, détail de la racine extra-caulinaire; **2**, schéma de la racine extra-caulinaire en coupe transversale. — **Pitcairnia feliciana** (A. Chev.) Harms et Mildbr. : **3**, coupe transversale dans la partie moyenne de la feuille; **4**, détail d'un faisceau libéro-ligneux de la feuille; **5**, épiderme inférieur de la feuille avec des stomates tétracytiques (ST). — TAE : tissu aérifère; PAR. M. : parenchyme médullaire.

FEUILLE (fig. 2, 4) :

épiderme à cellules sinueuses; à la face inférieure nombreux stomates tétracytiques groupés par 2, 3 ou 4, — ces groupes de stomates étant reliés par des sortes de sillons plus clairs; épiderme et hypoderme semblables à ceux de la hampe florale;

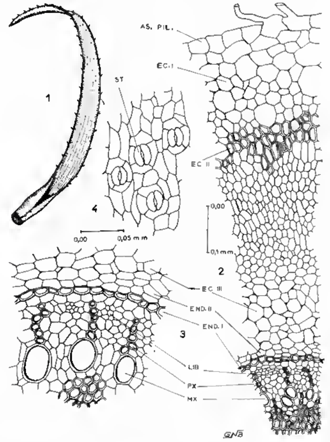
parenchyme aquifère supérieur palissadique;

parenchyme aquifère inférieur non palissadique, à cellules polyédriques, et renfermant une rangée de faisceaux de fibres;

faisceaux libéro-ligneux semblables à ceux de la hampe florale;

tissu aérifère peu développé et peu distinct, formé de cellules étoilées à méats.

e) **Billbergia pallidiflora** Liebm. (Pl. 6).



Pl. 6. — **Billbergia pallidiflora** Liebm. : **1**, feuille entière; **2**, détail de la racine extra-caulinaire en coupe transversale; **3**, détail d'une portion du cylindre central de la racine extra-caulinaire; **4**, détail de l'épiderme inférieur de la feuille avec des stomates (ST). — END I : « endoderme primaire »; END II : « endoderme secondaire ».

Racine extra-caulinaire (fig. 2, 3) :

assise pilifère à cellules à parois minces et longs poils absorbants;

parenchyme cortical externe à petites cellules à membranes minces;

écorce moyenne d'une vingtaine d'assises, dont les 2-3 externes sont lignifiées;

écorce interne à grandes cellules à membranes minces;

endoderme primaire net, doublé par trois assises de cellules à parois minces (« endoderme secondaire »);

cylindre central de faible diamètre, à péricycle d'1-2 assises.

PITCAIRNIOÏDÉES

a) **Pitcairnia feliciana** (A. Chev.) Harms et Mildbr. (Pl. 5).

P. feliciana est la seule Broméliacée connue à l'état spontané en Afrique. Les échantillons étudiés nous ont été adressés d'Afrique par M. le Professeur Adjanohoun.

Feuille (fig. 3, 4, 5.) :

épidermes supérieur et inférieur à cellules sinueuses; nombreux stomates en files parallèles sur la face inférieure; ces files sont elles-mêmes groupées par 5 ou 6 pour former des bandes stomatifères;

parenchyme aquifère supérieur non palissadique, à grandes cellules;

parenchyme aquifère inférieur quasi-inexistant;

faisceaux libéro-ligneux presque en contact avec l'épiderme inférieur, à phloème et métaxylème bien développés, entourés d'un anneau de sclérenchyme qui, comme la gaine libérienne, se colore par le noir cérol B (membranes primaires); aux deux pôles : cordons fibreux (parfois réunis en un anneau continu) à membranes non colorables par le noir cérol;

tissu aérifère abondant;

entre le parenchyme aquifère supérieur et le tissu aérifère, 2-3 assises de petites cellules palissadiques (T.PAL.) colorables par le noir cérol B (régions moyenne et supérieure de la feuille).

b) **Pitcairnia punicea** Scheidw. (Pl. 7).

Hampe florale (fig. 3 et 5) :

épiderme à membrane mince et cuticule peu épaisse;

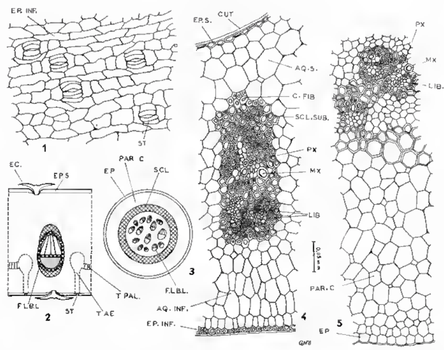
parenchyme cortical d'environ 8 assises de cellules polyédriques à membranes minces;

6-8 assises de cellules très sclérifiées séparant le parenchyme cortical du parenchyme interne;

faisceaux libéro-ligneux dispersés, entourés d'un anneau de sclérenchyme dont les membranes primaires, comme celles de la gaine libérienne, se colorent par le noir cérol B.

Feuille (fig. 1, 2 et 4) :

Épidermes comparables à ceux décrits chez *P. feliciana*, à membranes minces et cuticule peu épaisse, vivement colorée par le bleu BZL;



Pl. 7. — **Pitcairnia punicea** Scheidw. : **1**, détail de l'épiderme inférieur de la feuille; **2**, schéma de la coupe transversale de la feuille; **3**, schéma de la coupe transversale de la hampe florale; **4**, détail de la coupe transversale de la feuille au niveau d'un faisceau libéro-ligneux; **5**, détail de la coupe transversale de la hampe florale.

parenchyme aquifère supérieur à grandes cellules à membranes minces;

parenchyme aquifère inférieur à cellules plus petites;

tissu palissadique semblable à celui de *P. feliciana* entre les deux parenchymes;

tissu aérifère et faisceaux libéro-ligneux comparables à ceux de *P. feliciana.*

c) **Dyckia frigida** Hook. f. (Pl. 8).

Feuille (fig. 1, 2 *a* et 2 *b*) :

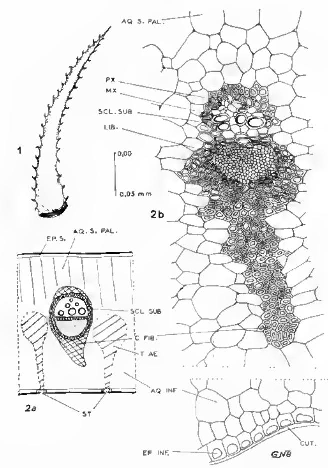
épiderme à membranes latérales et surtout internes très épaissies;

parenchyme aquifère supérieur palissadique très développé, représentant les 4/5 environ de l'épaisseur de la feuille;

parenchyme aquifère inférieur non palissadique, à cellules polyédriques à membranes minces;

tissu aérifère à cellules étoilées à méats;

faisceaux libéro-ligneux entourés chacun par un anneau de sclérenchyme colorable par le noir cérol B et le rouge Soudan; aux deux pôles



Pl. 8. — **Dyckia frigida** Hook. f. : **1**, feuille à marge armée d'épines acérées; **2a**, schéma de la feuille en coupe transversale; **2b**, détail de la feuille en coupe transversale.

des faisceaux : cordons fibreux, dont l'inférieur est parfois prolongé en pointe.

d) **Hechtia argentea** Bak. in Hemsl. (Pl. 9).

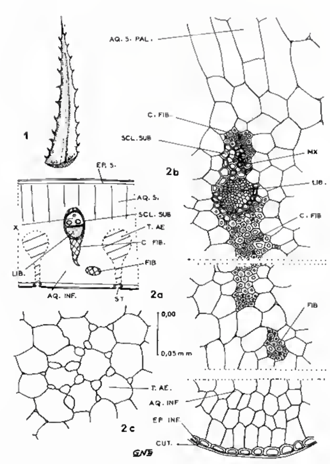
Feuille (fig. 1, 2 *a*, 2 *b* et 2 *c*) :

épiderme supérieur moins épais que l'inférieur; tous deux à parois radiales lignifiées;

parenchyme aquifère supérieur palissadique, à grandes cellules;

parenchyme aquifère inférieur à cellules polyédriques;

tissu aérifère et faisceaux libéro-ligneux comparables à ceux de *Dyckia frigida*.



Pl. 9. — **Hechtia argentea** Baker : **1**, feuille entière avec de fortes épines sur les bords; **2a**, schéma de la feuille (coupe transversale); **2b**, détail de la feuille (coupe transversale); **2c**, détail du tissu aérifère (T.AE.). — AQ : tissu aquifère; AQ.S.PAL. : tissu aquifère supérieur palissadique.

TILLANDSIOIDÉES

a) **Tillandsia castaneo-bulbosa** Mez et Werkle (Pl. 10).

RACINE EXTRA-CAULINAIRE (fig. 2 et 3) :

assise pilifère;

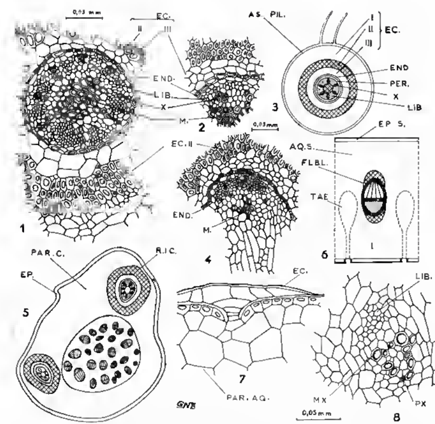
parenchyme cortical externe sans lignification;

parenchyme cortical moyen lignifié (une dizaine d'assises);

parenchyme cortical interne formé d'1-2 assises de grandes cellules à membranes minces;

endoderme à membranes épaissies, parfois en fer à cheval;

péricycle de 2-3 assises;



Pl. 10. — **Tillandsia castaneo - bulbosa** Mez et Werckle : **1**, détail de la racine intra-caulinaire; **2**, détail d'une portion de la racine extra-caulinaire; **3**, schéma de la racine extra-caulinaire; **4**, détail d'une racine intra-caulinaire au début de sa formation; **5**, schéma de la tige montrant deux racines intra-caulinaires (R.I.C.); **6**, schéma de la feuille (coupe transversale); **7**, portion d'épiderme de la feuille montrant un poil écailleux (EC.); **8**, détail d'un faisceau libéro-ligneux de la tige.

faisceaux libéro-ligneux à métaxylème développé;
région interne plus ou moins lignifiée suivant l'âge, et souvent réduite.

Racine intra-caulinaire (fig. 1 et 4) : diffère de la racine extra-caulinaire par :

l'absence d'assise pilifère et de parenchyme cortical externe,
l'écorce moyenne plus développée.

Tige (fig. 5 et 8) :

épiderme à membranes minces;
parenchyme cortical comportant vers l'extérieur de petites cellules

régulières et vers l'intérieur de grandes cellules polyédriques à membranes minces; dans ce tissu cheminent de nombreuses traces foliaires et 5-6 racines intra-caulinaires (R.I.C.);

parenchyme central non sclérifié, dans lequel sont dispersés de petits faisceaux libéro-ligneux.

FEUILLE (fig. 6 et 7) :

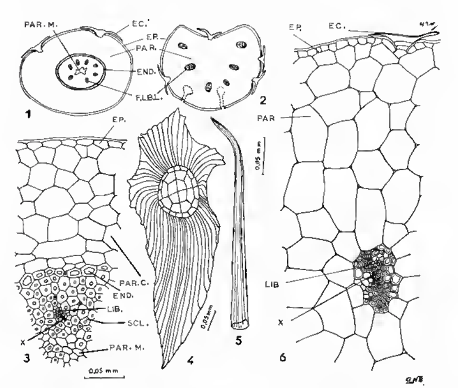
épiderme à parois radiales et interne très épaissies;

parenchymes aquifères supérieur et inférieur à cellules polyédriques ou presque arrondies;

tissu aérifère formé de grandes cellules étoilées à méats;

faisceaux libéro-ligneux très réduits, entourés de sclérenchyme; bois et liber séparés par une gaine libérienne.

b) **Tillandsia usneoides** (L.) L. (Pl. 11).



Pl. 11. — **Tillandsia usneoides** L. : **1**, schéma de la tige en coupe transversale; **2**, schéma de la feuille en coupe transversale; **3**, détail de la tige (coupe transversale); **4**, détail d'un poil écailleux; **5**, feuille éclaircie au chloral-lactophénol montrant par transparence les faisceaux libéro-ligneux; **6**, détail de la feuille (coupe transversale).

Espèce à aire géographique très vaste. En cas de trop grande sécheresse, cette plante peut se laisser dessécher impunément puisque dès les premières traces d'humidité, elle reverdit et reprend vie.

Tige (fig. 1 et 3) : La tige, d'aspect lianescent, présente en coupe :

épiderme mince;

parenchyme à grandes cellules à membranes minces;

endoderme à membranes épaissies;

cylindre central presque entièrement lignifié, avec 8-9 faisceaux libéro-ligneux très réduits (3-4 vaisseaux souvent oblitérés);

parenchyme médullaire réduit, non sclérifié, à contour digité.

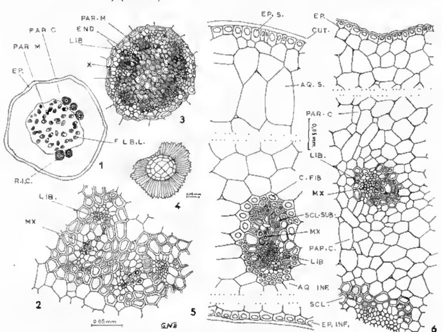
Feuille (fig. 2, 5 et 6) :

épiderme peu épais;

parenchyme aquifère à grandes cellules à membranes minces : parfois à raphides d'oxalate;

dans ce parenchyme : un arc de 6-7 faisceaux libéro-ligneux entourés chacun de sclérenchyme; vaisseaux de petit calibre.

c) **Tillandsia aëranthos** (Loisel.) Desf. ex Steud. (*Tillandsia dianthoidea* Rossi) (Pl. 12).



Pl. 12. — **Tillandsia aëranthos** (Loisel.) Desf. (*T. dianthoidea* Rossi) : **1**, schéma de la coupe transversale de la tige montrant des racines intracaulinaires (R.I.C.); **2**, faisceaux libéro-ligneux de la tige; **3**, cylindre central d'une racine intra-caulinaire; **4**, poil écailleux; **5**, détail de la feuille en coupe transversale; **6**, détail de la hampe florale (coupe transversale).

RACINE EXTRA-CAULINAIRE :

assise pilifère, avec poils absorbants;
parenchyme cortical externe à grandes cellules à parois minces. parfois à raphides d'oxalate;
écorce moyenne entièrement lignifiée;
parenchyme cortical interne réduit à une seule assise de grandes cellules à parois minces;
endoderme à parois épaissies;
péricycle peu distinct, à petites cellules;
faisceaux à liber réduit;
région médullaire entièrement lignifiée.

RACINE INTRA-CAULINAIRE (fig. 3) : même structure que chez *T. castaneo-bulbosa.*

TIGE (fig. 1 et 2) :

épiderme mince;
parenchyme cortical développé, à cellules souvent grandes; ce tissu peut renfermer 9 racines, ou plus;
péricycle peu distinct;
parenchyme central non sclérifié, renfermant des faisceaux libéro-ligneux entourés de sclérenchyme, et à gaine libérienne; des racines intra-caulinaires peuvent parfois s'y rencontrer.

HAMPE FLORALE (fig. 6) : Même structure que la tige, mais sans racines intra-caulinaires; de plus, entre le parenchyme cortical et le parenchyme central, se trouve un anneau de sclérenchyme dont les membranes primaires se colorent par le noir cérol B.

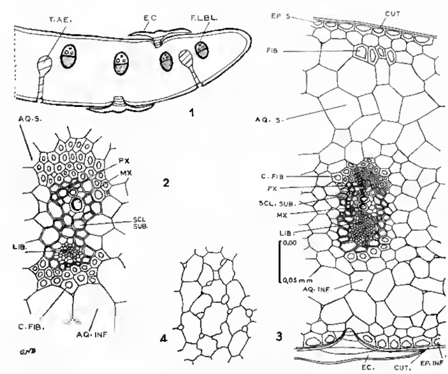
FEUILLE (fig. 5) :

épiderme à cellules sinueuses; nombreux stomates tétracytiques à la face inférieure, disposés en files longitudinales; cuticule épaisse; parois interne et radiales très épaissies;
parenchyme aquifère supérieur à cellules presque palissadiques;
parenchyme aquifère inférieur moins développé, et à cellules polyédriques;
faisceaux libéro-ligneux entourés de sclérenchyme dont les membranes primaires se colorent au noir cérol B; cordons fibreux polaires se rejoignant pour former un anneau, et non colorables par le noir cérol B;
tissu aérifère à cellules étoilées à méats.

d) **Tillandsia streptophylla** Scheidw. (Pl. 13).

FEUILLE (fig. 1 et 2) :

La feuille possède une base engainante très élargie. Sa structure comporte :



Pl. 13. — **Tillandsia streptophylla** Scheidw. : **1**, schéma de la coupe transversale de la feuille; **2**, détail d'un faisceau libéro-ligneux de la feuille. — **Tillandsia lindenii** Regel : **3**, détail de la feuille au niveau d'un faisceau libéro-ligneux et d'un poil écailleux; **4**, tissu aérifère.

cellules épidermiques à contour sinueux; nombreux stomates tétracytiques, en files parallèles, à la face inférieure; parois radiales et interne très épaissies et lignifiées;

parenchyme aquifère plus développé à la face inférieure;

tissu aérifère bien développé;

faisceaux libéro-ligneux très réduits, à gaine de sclérenchyme qui, comme la gaine libérienne, est colorable par le noir cérol B; par contre les cordons fibreux polaires, qui ne se rejoignent pas, ne fixent pas ce colorant.

e) **Tillandsia lindenii** Regel. (Pl. 13).

Feuille (fig. 3 et 4) :

épiderme à cuticule mince, membranes radiales et interne épaisses;

petits îlots de fibres de sclérenchyme proches des deux épidermes;

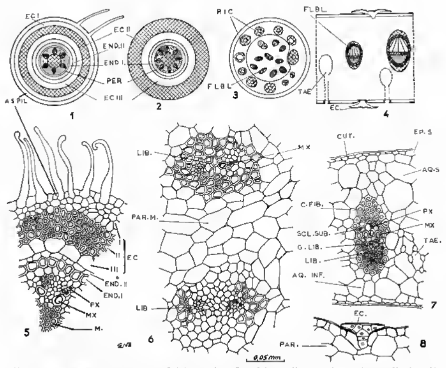
mésophylle très lignifié vers les marges de la feuille, et, ailleurs, constitué par un parenchyme aquifère à grandes cellules à parois minces;

faisceaux libéro-ligneux à anneau de sclérenchyme et gaine libétienne;
tissu aérifère à cellules étoilées à méats.

f) **Guzmania lingulata** (L.) Mez in DC. (Pl. 14).

RACINE EXTRA-CAULINAIRE (fig. 1 et 5) :

assise pilifère à longs poils,
parenchyme cortical externe à 3-6 assises à membranes minces;
écorce moyenne à 5-7 assises lignifiées;
parenchyme cortical interne à une assise de grandes cellules à parois minces;
endoderme primaire à membranes colorables par le bleu BZL, superposé à un endoderme secondaire;
péricycle d'1-2 assises;
région médullaire entièrement lignifiée.



Pl. 14. — **Guzmania lingulata** (L.) Mez : **1** et **2**, schémas d'une racine extra-caulinaire (**1**) et d'une racine intra-caulinaire (**2**); **3**, schéma de la tige montrant les racines intra-caulinaire (R.I.C.); **4**, schéma de la feuille en coupe transversale; **5**, détail d'une portion de la racine extra-caulinaire; **6**, parenchyme médullaire de la tige avec deux faisceaux libéro-ligneux; **7**, détail de la coupe transversale de la feuille; **8**, portion d'épiderme de la feuille avec un poil écailleux.

RACINE INTRA-CAULINAIRE (fig. 2) :

se distingue des racines extra-caulinaires par l'absence d'assise pilifère et de parenchyme cortical externe;

écorce moyenne bien développée et entièrement sclérifiée; pour le reste : même disposition que dans la racine extra-caulinaire.

FEUILLE (fig. 4, 7 et 8) :

épidermes à cellules sinueuses; nombreux stomates tétracytiques à la face inférieure; cuticule mince; membranes radiales et interne épaissies;

parenchyme aquifère non palissadique et très réduit : 3 assises pour le supérieur, 2-3 pour l'inférieur;

tissu aérifère développé : cellules étoilées à méats;

faisceaux libéro-ligneux réduits; anneau de sclérenchyme et gaine libérienne colorables par le bleu BZL.

TIGE (fig. 3 et 6) :

épiderme à petites cellules à parois non épaissies;

parenchyme à cellules hexagonales et contenant de nombreuses racines intra-caulinaires;

péricycle peu net avec de petites cellules presque écrasées;

parenchyme médullaire non sclérifié renfermant des faisceaux libéro-ligneux.

g) **Vriesea splendens** (Brongn.) Lem. (Pl. 5).

Nous n'avons pas observé de racines intra-caulinaires dans l'écorce de la tige.

Racine extra-caulinaire (fig. 1 et 2) :

assise pilifère à longs poils;

parenchyme cortical externe à 2-3 assises de cellules à parois minces;

parenchyme cortical moyen à 5-8 assises lignifiées;

parenchyme cortical interne à 1-2 assises de très grandes cellules à parois minces;

endoderme à membranes épaissies, — surtout l'interne et les latérales;

péricycle d'une assise de petites cellules, 4-5 pôles de protoxylème; métaxylème réduit à 2-3 vaisseaux;

parenchyme médullaire réduit et non lignifié.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

LES RACINES INTRA-CAULINAIRES

L'existence de racines intra-caulinaires avait déjà été signalée (MEYER 1940; KRAUSS, 1948, 1949) chez *Ananas comosus* et dans le genre *Tillandsia*. Elles correspondent à un cheminement plus ou moins long

des racines adventives dans les tissus de la tige avant leur sortie à l'extérieur.

Parmi les espèces que nous avons étudiées dans ce travail, les suivantes renferment de telles racines intra-caulinaires : *Ananas comosus, Tillandsia aëranthos, T. castaneo-bulbosa* et *Guzmania lingulata.* On peut ici rappeler les affinités taxinomiques entre les genres *Guzmania* et *Tillandsia.* Par contre nous n'avons pas rencontré de telles racines intra-caulinaires dans les autres espèces étudiées : *Tillandsia usneoides, Nidularium* sp., *Dyckia frigida, Billbergia pallidiflora.* On peut souligner ici que, à part *Ananas comosus*, toutes les espèces à racines intra-caulinaires appartiennent à la tribu des Tillandsiées.

On peut supposer que ces racines intra-caulinaires, — grâce à leurs tissus sclérifiés, — peuvent jouer un rôle dans le port et la solidité de la plante. Du point de vue anatomique, elles se différencient des racines extra-caulinaires par l'absence d'assise pilifère et de parenchyme cortical externe.

LES POILS ÉCAILLEUX

Nos observations ont confirmé l'existence de poils écailleux de types différents. Parmi les espèces étudiées, on peut distinguer :

un type *Tillandsia* à 4 cellules centrales (Pl. 10, fig. 7; pl. 11, fig. 4; pl. 12, fig. 4);

un type *Ananas*, à 1 seule cellule centrale (pl. 3, fig. 7).

LES STOMATES

A la face inférieure de la feuille existent de nombreux stomates tétracytiques. D'après Metcalfe, ce type de stomates de rencontre chez les Commélinacées, les Palmiers, les Scitaminales.

Ces stomates peuvent être réunis dans des dépressions de la surface, à cellules épidermiques plus petites, soit par 2 (*Bromelia?fastuosa*, pl. 1, fig. 2), soit par 3 ou 4 (*Acanthostachys strobilacea*, pl. 4, fig. 2).

TISSUS AQUIFÈRE ET AÉRIFÈRE

Le parenchyme aquifère est quelquefois palissadique du côté supérieur *(Acanthostachys strobilacea, Dyckia frigida, Hechtia argentea).* Chez les espèces étudiées, il n'a jamais cette structure vers la face inférieure.

Dans nos espèces, le tissu aérifère est toujours constitué de cellules étoilées, avec des méats. On notera son grand développement chez *Bromelia ? fastuosa*. (Pl. 1, fig. 3.)

EXISTENCE DE DEUX SORTES DE SCLÉRENCHYMES

L'emploi du bleu BZL, du noir cérol B et du rouge Soudan B nous a permis de mettre en évidence l'existence de deux sortes de sclérenchymes.

Un premier type de sclérenchyme est caractérisé par le fait que ses membranes primaires sont colorables par le bleu BZL, le noir cérol B et le rouge Soudan B. En lumière polarisée, ce sclérenchyme apparaît peu lumineux et grisâtre, ce qui laisse supposer qu'il est peu lignifié. Ce sclérenchyme est localisé immédiatement autour des faisceaux libéro-ligneux, et dans la « gaine libérienne », tant dans la tige et la hampe florale que dans la feuille. Dans la feuille, ce sclérenchyme avait déjà été décrit par Schwendener, Richter et Hartwich, qui l'avaient qualifié d' « endoderme ». Ces auteurs et Krauss pensaient que ce sclérenchyme présente seulement les réactions de la lignine. Sa colorabilité par le bleu BZL, le noir cérol B et le rouge Soudan B laisse supposer que, en plus de la lignine, il présente, au niveau de ses membranes primaires, une imprégnation par une substance plus ou moins apparentée à la subérine.

Au contraire, les cordons fibreux qui coiffent les pôles des faisceaux libéro-ligneux, et parfois se rejoignent pour constituer un anneau, sont constitués par un sclérenchyme à membranes beaucoup plus épaissies. La cavité cellulaire y est souvent réduite à un canal étroit. Les colorants précités ne sont pas fixés par ses membranes. En lumière polarisée, ce sclérenchyme est très lumineux, ce qui montre qu'il est très lignifié.

LES STRUCTURES ET L'ÉCONOMIE DE L'EAU

La captation de l'eau par les écailles épidermiques, chez de nombreuses espèces, est un fait couramment admis. Cette eau est ensuite mise en réserve dans les parenchymes.

Les structures anatomiques étudiées permettent d'envisager plusieurs mécanismes favorisant le maintien de cette eau malgré des conditions écologiques souvent très xériques :

1. épiderme à cuticule développée et à membranes épaisses;
2. disposition des stomates en files dans des dépressions, — disposition qui les soustrait partiellement à l'action de l'air sec, et particulièrement du vent;
3. existence, — notamment chez *Pitcairnia feliciana* et *P. punicea*, — d'un tissu colorable par le noir cérol B, situé entre le tissu aérifère et le parenchyme aquifère; ce tissu pourrait ainsi être une protection de ce dernier contre les pertes d'eau;
4. présence, dans la racine, d'un parenchyme cortical moyen lignifié, qui contribue à isoler le parenchyme interne;
5. existence, enfin, autour des faisceaux libéro-ligneux, non seulement d'un sclérenchyme banal, mais aussi d'un sclérenchyme très particulier, auquel des substances probablement voisines de la subérine donneraient un pouvoir protecteur particulièrement accentué.

Sur le plan taxinomique, il est intéressant de constater que la tribu des Tillandsiées possède un certain nombre de structures particulièrement aptes à favoriser la protection des réserves d'eau, — fait que l'on ne peut manquer de mettre en parallèle avec l'aire géographique très vaste de ces plantes et leur grande amplitude écologique, qui permet à certaines

espèces de vivre sur des substrats très secs ou dans des climats particulièrement arides (par exemple dans certaines formes de *caatingas*) :

1. développement de l'écorce moyenne lignifiée de la racine,
2. présence fréquente de racines intra-caulinaires,
3. tissus conducteurs peu développés,
4. sclérenchyme périfasciculaire imprégné d'une substance vraisemblablement voisine de la subérine.

Bibliographie

Aso K. — Können Bromeliaceen durch die Schuppen der Blätter Salze aufnehmen? Flora (Iena) **100** : 447 et 59 (1910),

Bachmann O. — Untersuchungen uber die systematische Bedeutung der Schildhaare. Flora (Iena) **69** : 387-400, 404-415, 428-448 (1886).

Baker J. G. — Handbook of the *Bromeliaceæ*. London (1889).

Barbaini M. — Ricerche anatomo-fisiologiche sulle foglie delle *Tillandsia*. Atti Istit. bot. Univ. Pavia, 2ᵉ sér., **18** : 95-107 (1921).

Baumert K. — Physiologische Bromeliaceen Studien III. Experimentelle Untersuchungen über Lichtschutzeinrichtungen an grünen Blättern. Inaug. Diss. Erlangen (1907).

Bergman H. J. et Weller D. M. — An anatomical study of the pineapple plant (1928). (Manuscrit non publié cité par Krauss)

Billings F. H. — A study of *Tillandsia usneoides*. Bot. Gaz. **38** : 99-121 (1904).

Boresch K. — Uber Gummifluss bei Bromeliaceen nebst Beiträgen zu ihren Anatomie. Sitzungsber. Kais. Akad. Wiss. Wien, (Math.-naturwiss. Klasse) **117** : 1033-1080 (1908).

Bulitsch A. — Zur Anatomie der Bromeliaceen. I Der schieferige Ueberzug der *Billbergia iridifolia* Lindl. und seine Entwicklungsgeschichte (en russe, résumé allemand). Trudy Kazan Un. Obshchestva Etestvoispytatelei **24,** 1 : 3-53 (1892).

Cederwall E. V. — Anatomisck-fysiologiska Undersökningar öfver Bladet hos Bromeliacerna. Göteborgs Kongl. Vetenskaps. och Vitterhets. Samballet Handlingar Ny Tisdbojd **19,** 56 pages (1884).

Chevalier C. — Monographie des Broméliacées-Tillandsioidées. Bull. Soc. Hortic. Fr. (1930).

Chevalier C. et Chevalier C. fils. — Catalogue des Broméliacées (Exsiccata et plantes vivantes). Lejeunia, Mém. nº **2,** 127 pages (1942).

Chodat R. — La biologie des plantes. Les plantes aquatiques. Genève et Paris (1917).

Chodat et Vischer W. — Les Broméliacées dans la végétation du Paraguay. IV. Bull. Soc. Bot. Genève, ser. 2, **8** : 202-264 (1916).

— Résultats scientifiques d'une mission botanique suisse au Paraguay. 1º fascicule : 95-157. Genève (1916).

Costantin J. — La nature tropicale. Paris, 1 vol., 315 p. (1899).

Duchartre P. — Expériences sur la végétation d'une Broméliacée sans racines. Journ. Soc. imper. centr. Hort. France, ser. 2, **2** : 546-556 (1868).

Duval L. — Les Broméliacées. Paris, 150 p. (1896).

Eames A. J. et Mac Daniels L. H. — An introduction to Plant Anatomy. (1925, 2ᵉ edition, 1947).

Falkenberg P. — Vergleichende Untersuchungen über den Bau der Vegetationsorgane der Monocotyledonen. Stuttgart (1876).

Gessner F. — Der Wasserhaushalt der Epiphyten und Lianen, in Ruhland, Handbuch der Pflanzenphysiologie, III, Berlin (1956).

Goebel K. — Pflanzenbiologische Schilderungen, III, Epiphyten. Marburg (1889).
Guillaud A. — Recherches sur l'anatomie comparée et le développement des tissus de la tige dans les Monocotylédones. Ann. Sc. Nat., Bot. ser. 6, **5** : 1-176 (1878).
Haberlandt G. — Physiologische Pflanzenanatomie. 4e Aufl., Leipzig (1909).
— Zur Kenntnis des Spaltoffnungsapparates. Flora **6** : 70-97 (1887).
Harbrecht A. — Untersuchungen über die Ionenaufnahme der Bromeliaceen. Jb. wiss. Bot. **90** : 25 sq. (1941).
Hayward H. E. — The structure of the economic plants. New York (1938).
Hedlund T. — Om fjallens byggnad och deras förhallande till Klyföppningarne hos en del Bromeliaceer. Bot. Notiser : 217-224 (1901).
Holm T. — Medicinal plants of North America, 92, *Ananas sativa* Lindl. Merck's Rept. **24** : 192-194 (1915).
Jorgensen A. — Om Bromeliaceerhes Rödder (Bidrag til rodens natur-historie). Bot. Tidsskr. (Copenhague), ser. 3, **2** : 144-170 (1878).
Keiline E. — Recherches anatomiques sur les feuilles des Broméliacées. Rev. Gén. Bot., Paris **27** : 77-95 (1915).
Koch C. — Étude sur les Bromeliacées. La Belgique horticole : 195 sq. (1860).
Krauss B. — Anatomy of the vegetative organs of the pineapple, *Ananas comosus* (L.) Merr. I. Introduction, the stem and the lateral branch or axillary bud. Bot. Gaz. **110**, 2 : 159-217 (1948). II. The leaf. Ibid. 3 : 333-404 (1949). III. The root and the cork. Ibid. 4 : 550-587 (1949).
Kroemer K. — Wurzelhaut, Hypodermis und Endodermis der Angiospermenwurzel. Bibliotheca Bot. **59** : 1-151 (1903).
Lieske R. — Die Hererophyllie epiphytischer Rosettenbildender Bromeliaceen. Jahrb. wiss. Bot. **53** : 502-510 (1914).
Linsbauer K. — Zur physiologischen Anatomie der Epidermis und Durchluftungsapparates der Bromeliaceen. Sitz. Kais Akad. wiss. Wien, Math.-Natur. Klasse **120** : 319-348 (1911).
Mangin L. — Origine et insertion des racines adventives et modifications corrélatives de la tige chez les Monocotylédones. Ann. Sc. Nat., ser. 6, **14** : 216-353 (1882).
Meyer L. — Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Bromeliaceenwurzeln. Planta **31** : 492-522 (1940).
Mez C. — *Bromeliaceæ*, in De Candolle, Monographiæ Phanerogamarum, IX (1896).
— Physiologische Bromeliaceen-Studien. I. Die Wasserökonomie der extrem atmosphärischen Tillandsien. Jahrb. wiss. Bot. **40** : 157-229 (1904).
Micheels J. — Sur les poils écailleux des Broméliacées. Rev. Bot. Hort. Belge Etrang. **30** : 122-124 (1914).
Miles Thomas E. N. et Holmes L. E. — The development and structure of the seedling and young plant of the pineapple *(Ananas sativus)*. New Phytol. **29** : 199-226 (1940).
Picado M. C. — Les Broméliacées considérées comme milieu biologique. Thèse d'Université, Paris (1913).
Plumier. — Nova plantarum Americanarum Genera (1703).
Schimper A. F. W. — Ueber Bau und Lebenweise der Epiphyten Westindiens. Bot. Centralblatt. **17** : 192-195 (1884).
— Ueber die Lebenweise der epiphytischen Bromeliaceen an ihren natürlichen Standorten. Jahrb. Gartenkunde Bot. 2 : 373-379 (1885).
— Botanische Mittheilungen aus den Tropen, II. Die epiphytische Vegetation Amerikas. Iena (1888).
Schimper et Von Faber. — Pflanzengeographie auf phyiologischer Grundlage (1935).
Schultz E. — Beiträge zur physiologischen und anatomischen Phylogenie der vegetativen Organe der Bromeliaceen. Bot. Arch. **29** : 122-209 (1930).
Sideris C. P. — Root growth and behaviour. 5e Ann. Short Course Pineapple Prod. Hawaï Rept. : 17-30 (1926).
— Mass planting from physiological point of view. Pineapple Quart. Havaï **1** : 77-84 (1931).
Smith L. B. — The Bromeliaceæ of Brasil. Smithsonian Misc. Collect. **126**, 1 (1955).
— The Bromeliaceæ of Colombia. Smithsonian Misc. Collect. et U. S. National Museum, Contrib. U. S. National Herb. **33** (1957).

SOLEREDER H. et MEYER F. J. — Systematische Anatomie der Monokotyledonen **4** : 80-129 (1929).

STAUDERMANN W. — Die Haare der Monocotylen. Bot. Arch. **8** : 105-184 (1924).

STEINBRINCK C. — Einfürhende Versuche zur Cohesions-Mechanik von Pflanzenzellen nebst Bemerkungen über den Saugmechanismus der Wasserabsorbierenden Haare von Bromeliaceen. Flora, Leipzig **94** : 464-477 (1905).

TASSI F. — Struttura delle foglie della *Tillandsia dianthoidea* Rossi in rapporta col suo modo di vegetazione. Bol. Labor. Orto. Bor. R. Univ. Sienna **2** : 99-102 (1899).

TIETZE M. — Physiologische Bromeliaceenstudien. II. Die Entwicklung der Wasser aufnehmenden Bromeliaceen Trichome. Inaug. Diss., Halle (1906).

WALLIN G. — Om egendomlinga innehallskroppar hos Bromeliaceerna. Lunds Univ. Arrsskrift, 35, 2, et Kongl. Fysiografiske Sallskapets, Lund **10**, 2 : 1-18 (1899).

WETZEL K. — Beitrag zur Anatomie der Saughaare von Bromeliaceen. Flora, Nov. ser., **117** : 133-143 (1924).

WEVRE A. — Note préliminaire sur l'anatomie des Broméliacées. Bull. Soc. R. Bot. Belgique **26**, 2 : 103-106 (1887).

WITMACK L. — *Bromeliaceæ* in ENGLER et PRANTL, Die natürlichen Pflanzenfamilien. II, 4 : 32-59 (1888).

ZIEGENSPECK H. — Analyse des belebten Kohäsionsmechanismus der Wasserspeichen in den Bromeliaceen Blättern. Bot. Arch. **37** : 267 sq. (1935).

INFORMATIONS

FLORE DU GABON

Vol. **15** : **A. Aubréville,** Légumineuses, **Caesalpinioïdées** (60 g., 160 sp.) 362 p., 88 p. — 80 F.

FLORE DU CAMEROUN

Vol. **9** : **R. Letouzey, Ulmacées** (4 g., 11 sp.), **Urticacées** (11 g., 33 sp.) 222 p., 39 pl. — 45 F.

***

Nous attirons l'attention de nos lecteurs sur le relèvement du prix de l'abonnement à **Adansonia** pour **1969**; en raison des augmentations des dépenses (impression, clichage, etc.), il a été fixé à : 50 F : France
60 F : Étranger

ÉDITIONS DU CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
15, quai Anatole-France — PARIS 7e

COLLOQUES NATIONAUX DU C.N.R.S.

LES CULTURES DE TISSUS DE PLANTES

Ouvrage de 384 pages, comportant 34 planches hors-texte,
format in-4o coquille, relié

PRIX : 78 F

ACHEVÉ D'IMPRIMER LE 17 DÉCEMBRE 1968
SUR LES PRESSES DE L'IMPRIMERIE
FIRMIN-DIDOT - PARIS - MESNIL - IVRY

Dépôt légal : 4e trimestre 1968. — 1264

